



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELECTRICA EN BAJA TENSION DE UN
MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Claudio José Vives Galarza

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, septiembre de 2014



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UN MONASTERIO
CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

MEMORIA

Claudio José Vives Galarza

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, septiembre de 2014



ÍNDICE

1.1. INTRODUCCIÓN	4
1.1.1. Objeto	4
1.1.2. Situación	4
1.1.3. Descripción de la parcela y del monasterio	4
1.1.4. Descripción de la actividad.....	6
1.1.5. Suministro de energía	6
1.1.6. Previsión de potencia.....	6
1.1.7. Distribución de los cuadros eléctricos.	7
1.1.8. Normativa	8
1.2. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	8
1.3. ILUMINACIÓN	9
1.3.1. Introducción.....	9
1.3.2. Conceptos luminotécnicos	9
1.3.3. Tipos de lámparas	10
1.3.4. Proceso de cálculo	11
1.3.5. Alumbrado interior	11
1.3.6. Alumbrado exterior.....	13
1.3.7. Alumbrados de emergencia y señalización	13
1.4. DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	16
1.4.1. Introducción.....	16
1.4.2. Prescripciones generales.....	16
1.4.2.1. Conductores activos.....	17
1.4.2.2. Conductores de protección	17
1.4.2.3. Subdivisión de las instalaciones	17
1.4.2.4. Equilibrado de cargas	17
1.4.3. Sistemas de canalización	17
1.4.3.1. Canalizaciones	18
1.4.3.2. Tubos protectores	18
1.4.4. Receptores	20
1.4.4.1. Introducción.....	20
1.4.4.2. Motores.....	20
1.4.4.3. Receptores para alumbrado	21
1.4.4.4. Receptores para aparatos de caldeo	21
1.4.5. Tomas de corriente	21



1.4.5.1. Introducción.....	21
1.4.5.2. Tipos de tomas de corriente.....	21
1.4.5.3. Situación y número de tomas de corriente	22
1.4.6. Interruptores y contactores	23
1.4.7.Cálculos de las intensidades de línea.....	23
1.4.8. Cálculo de los conductores de baja tensión.....	24
1.4.9. Soluciones adoptadas.....	26
1.4.9.1. Conductores	26
1.5. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.....	28
1.5.1. Clasificación de las protecciones.....	29
1.5.2. Conceptos básicos	29
1.5.3. Protección de la instalación	30
1.5.3.1. Protección contra sobrecargas	31
1.5.3.2. Protección contra cortocircuitos	31
1.5.4. Cálculo de las impedancias.....	32
1.5.5. Cálculo de las intensidades de cortocircuito	33
1.5.6. Cálculo del tiempo máximo que el conductor aguanta la intensidad de cortocircuito final	34
1.5.7. Protección de las personas.....	35
1.5.7.1. Protección contra contactos indirectos	35
1.5.7.2. Protección contra contactos indirectos	36
1.5.8. Solución adoptada	36
1.5.8.1. Cuadro general de distribución.....	37
1.5.8.2. Cuadro secundario 1	37
1.5.8.3. Cuadro secundario 2	37
1.5.8.4. Cuadro secundario 3	38
1.5.8.3. Cuadro secundario 4	38
1.5.8.4. Cuadro secundario 5	39
1.5.8.5. Cuadro secundario 6	39
1.5.8.6. Cuadro secundario calderas	39
1.5.8.7. Cuadro secundario cocina.....	40
1.5.8.8. Cuadro dormitorio	40
1.6. PUESTAS A TIERRA	40
1.6.1. Objeto	40
1.6.2. Definición	40
1.6.3. Partes de la puesta a tierra	41



1.6.3.1. Electrodo.....	41
1.6.3.2. Línea de enlace con tierra.....	42
1.6.3.3. Punto de puesta a tierra.....	42
1.6.3.4. Conductores de protección	42
1.6.4. El terreno	42
1.6.5. Resistencia de las tomas de tierra.....	43
1.6.6. Elementos a conectar a la toma de tierra	43
1.6.7. Revisión de las tomas de tierra.....	44
1.6.8. Solución adoptada	44
1.7. POTENCIA A COMPENSAR.....	44
1.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	45
1.8.1. Introducción.....	45
1.8.2. Reglamentación y disposiciones oficiales	45
1.8.3. Tipos de centros de transformación.....	45
1.8.4. Emplazamiento del centro de transformación	46
1.8.5. Características del centro de transformación.....	46
1.8.6. Instalación eléctrica	46
1.8.6.1. Introducción.....	46
1.8.6.2. Características de la red de alimentación	46
1.8.6.3. Características de la Aparamenta de media tensión	47
1.8.6.4. Características descriptivas de las celdas de media tensión	48
1.8.6.5. Características del transformador	49
1.8.6.6. Cuadro auxiliar del centro de transformación	49
1.8.7. Instalación de puesta a tierra	49
1.9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	51



1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. Objeto

El objeto del siguiente proyecto consiste en el estudio de la instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio en el que, a parte realizar las labores propias de su condición, también se dedica a la elaboración de productos alimenticios con chocolate. Dicha instalación estará formada por:

- Centro de transformación de media a baja tensión.
- Instalación de alumbrado interior, exterior, de emergencia y señalización.
- Instalación de fuerza y tomas de corriente.
- Instalación de puesta a tierra del centro de transformación y de la instalación eléctrica del monasterio.
- Protección eléctrica de las diferentes líneas que alimentan a las instalaciones.
- Corrección del factor de potencia de la instalación eléctrica del complejo por medio de baterías de condensadores.

1.1.2. Situación

El monasterio está situado en el despoblado de Vergalijo en el término municipal de Miranda de Arga, en la Comunidad Foral de Navarra.

1.1.3. Descripción de la parcela y del monasterio

La parcela en donde está emplazado el monasterio ocupa un área de 14000 m², de los que 1187 m² serán ocupados por un huerto para uso propio de la comunidad y 5521 m² estarán destinados a la superficie del monasterio. La disposición del complejo será la siguiente:

Sótano:

- Centro de transformación: 96,92 m².
- Sala: 61,64 m².
- Sala del cuadro general: 98,27 m².
- Cripta: 718,18 m².

Planta baja:

- Capilla: 1172,70 m².
- Sacristía 1: 57,63 m².
- Sacristía 2: 133,94 m².
- Sacristía 3: 41,32 m².
- Almacén de la sacristía: 47,22 m².



- Pasillo de acceso a las sacristías: 270,59 m².
- Locutorio 1: 48,48 m².
- Locutorio 2: 44,39 m².
- Locutorio 3: 39,48 m².
- Sala del torno: 28,92 m².
- Baños de los locutorios: 17,75 m².
- Recibidor de los locutorios: 116,53 m².
- Despensa: 17,03 m².
- Cocina: 63 m².
- Refectorio: 123,82 m².
- Baños de la planta baja: 74,95 m².
- Sala capitular: 16,37 m².
- Biblioteca de la planta baja: 72,35 m².
- Pasillo y escaleras del claustro: 96 m².
- Claustro: 671,06 m².
- Pasillo: 9,33 m².
- Zona de producción: 297,1 m².
- Oficina: 97,59 m².
- Sala: 74,82 m².
- Pasillo: 93,2 m².
- Sala subcuadro 2: 7,4 m².
- Sala subcuadro 3: 6,14 m².
- Sala subcuadro 4: 7,17 m².
- Almacén: 52,42 m².
- Almacén: 25,17 m².
- Almacén: 80,35 m².
- Tienda: 46,58 m².
- Dársena de carga: 289,82 m².
- Jardín: 254,79 m².
- Pasillo y escaleras: 123,73 m².

Primera planta

- 23 dormitorios: 414 m².
- Biblioteca de la primera planta: 170,08 m².
- Sala de recreo: 97,59 m².
- Enfermería: 29,52 m².
- Almacén de la enfermería: 40,77 m².
- Pasillo: 687,63 m².

Segunda planta

- 18 dormitorios: 324 m².
- Lavandería: 97,59 m².
- Pasillo: 211,19 m².
- Sala subcuadro 6: 14 m².



El edificio también tiene una torre, que mide 31 m, en la que están colocadas cuatro campanas y un reloj.

1.1.4. Descripción de la actividad

La orden que habita el emplazamiento es la Orden Cisterciense de la Estricta Observancia, también conocida como Orden de la Trapa. Lo propio de estos monjes es la vida contemplativa, se dedican a la oración, pero, por otro lado, la regla que contemplan es la de San Benito, que en uno de sus capítulos recoge: “Pues entonces, son monjes de verdad, si viven en la obra de sus manos”. Así, de acuerdo con esta norma, se dedican a la elaboración de productos alimenticios como los bombones y las trufas de chocolate.

1.1.5. Suministro de energía

La energía eléctrica será abastecida por la empresa Iberdrola, proporcionando una tensión alterna trifásica de 13,2kV a una frecuencia de 50 Hz.

1.1.6. Previsión de potencia

Máquina	Cantidad	Potencia por unidad (W)	Potencia total (W)
Ascensor	1	19500	19500
Motor campanas	4	5000	20000
Motor fuente	1	700	700
Extractor	3	250	750
Fermentador	2	5200	10400
Secador rotatorio	1	18500	18500
Seleccionadora	1	1200	1200
Tostadora/aireadora	1	4300	4300
Trilladora	1	1300	1300
Molino de martillo	1	10000	10000
Unidad CHOCOEASY	1	21000	21000
Prensa hidráulica	1	11000	11000
Atemperadora	1	2500	2500
Bañadora de chocolate	1	1500	1500
Grajeadora	1	400	400
Dosificadora neumática	1	1500	1500
Túnel de enfriamiento	1	14700	14700
Cuarto frigorífico	1	6700	6700
Bomba	3	300	900
Total			146850



Alumbrado	Potencia (W)
Alumbrado interior	52493
Alumbrado exterior	2700
Alumbrado de emergencia	654
Total	55847

Total	202697
-------	--------

El total de potencia prevista de la instalación eléctrica del monasterio es de 202823 W, sin tener en cuenta las tomas de corriente, tanto trifásicas como monofásicas, que se instalarán.

1.1.7. Distribución de los cuadros eléctricos.

La instalación eléctrica del complejo monacal está compuesta por el cuadro general y 8 cuadros secundarios:

- El cuadro general de distribución, situado en el sótano, suministra la energía a los diferentes cuadros secundarios.
- Cuadro secundario 1: situado en la sacristía (planta baja), contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado interior (zona de la capilla, sacristía y torre), el alumbrado exterior, las tomas de corriente, el ascensor y la electrificación de las campanas.
- Cuadro secundario 2: situado en un almacén situado al lado de la sala de descanso, en la fábrica, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado y las tomas de corriente de la biblioteca, baños, sala capitular, refectorio y claustro.
- Cuadro secundario 3: situado en la dársena de carga, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado y las tomas de corriente de la dársena de carga, pasillos de la fábrica, oficina y tienda.
- Cuadro secundario 4: situado en un almacén al lado de la zona de producción. Contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado interior y las tomas de corriente de la zona de producción, el cuarto frigorífico y los almacenes colindantes.
- Cuadro secundario 5: situado en el almacén de la enfermería (primera planta), contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado y las tomas de corriente de la primera planta.
- Cuadro secundario 6: situado en el almacén cerca del ascensor (segunda planta), contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado y las tomas de corriente de la segunda planta.



- Cuadro secundario calderas: situado en el cuarto de calderas, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado y las tomas de corriente del cuarto de calderas.
- Cuadro secundario cocina: situado en la sala del torno (planta baja), contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado y las tomas de corriente de los baños, el claustro, la cocina, la despensa.
- Cuadro dormitorios: situado en cada dormitorio, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado y las tomas de corriente del dormitorio y el baño correspondiente.

1.1.8. Normativa

La realización del presente proyecto, así como la ejecución del mismo, se realizará de acuerdo a lo especificado en las normas y reglamentos vigentes en el momento, que son:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE núm. 224, de 18 de septiembre de 2002).
- Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre, Reglamento sobre Condiciones Técnicas de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (BOE núm 288, de 1 de diciembre de 1982. Corrección de errores: BOE núm 15, de 18 de enero de 1983).
- Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre, Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales (BOE núm 303, de 17 de diciembre de 2004).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE núm 269, de 10 de noviembre de 1995. Corrección de errores: BOE núm).
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas tecnológicas de la edificación, así como la norma tecnológica para instalaciones eléctricas de puesta a tierra.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Código de Derecho Canónico.

1.2. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

Según la el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión¹, se debe disponer de un sistema de distribución de conexión de la red de distribución y de las masas de los receptores a tierra.

Existen tres tipos de conexión a tierra: IT, TN y TT. La primera no tiene ningún punto de la alimentación conectado a tierra y las masas están conectadas a tierra. La

¹ ITC-BT-08: “Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparatamenta encardada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.”



segunda tiene un punto de la alimentación conectado a tierra y las masas no están conectadas a tierra. La tercera, la elegida en esta instalación, se explica con más detalle a continuación.

En esta instalación eléctrica, el esquema de la distribución será el TT, donde el neutro está conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la tierra de la alimentación. Con esta distribución se consigue que las corrientes de defecto fase-masa o fase-tierra no alcancen magnitudes como en las de las condiciones de cortocircuito. De esta forma, se deberán colocar interruptores diferenciales para proteger la instalación ante cualquier corriente de defecto a tierra.

Las ventajas que presenta este sistema, con respecto a mantenimiento, posibles ampliaciones futuras y seguridad, hacen que sea idónea para este tipo de instalaciones. Por otro lado, la normativa de la empresa suministradora de energía eléctrica (Iberdrola) obliga a que el esquema de la distribución sea el esquema TT.

1.3. ILUMINACIÓN

1.3.1. Introducción

Para la realización de la actividad en el monasterio hace falta una determinada iluminación. En función de cada zona se utilizará un tipo de iluminación u otro para realizar la actividad de la manera más cómoda posible. Para la elección de las luminarias de cada zona se describen a continuación los conceptos luminotécnicos requeridos.

1.3.2. Conceptos luminotécnicos

- Flujo luminoso: energía luminosa por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen. Es el flujo que emite una lámpara y se utiliza para la comparación entre lámparas.
- Intensidad luminosa: el flujo emitido en una dirección dada por unidad de ángulo sólido. Su unidad es la candela.
- Iluminancia: el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Su unidad es el lux.
- Luminancia: la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie aparente iluminada.
- Flujo radiante: la potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. Su unidad es el vatio.
- Tipos de espectros:
 - Continuo: caracterizado porque no existe intermitencia, siempre ilumina.
 - En línea: caracterizado por tener unas emisiones no continuas. Hay momentos en los que no hay emisiones de luz.
 - Mixto: tipo que combina los espectros continuo y en línea.



- Leyes de la fotometría:
 - Ley inversa del cuadrado de la distancia.
 - Ley del coseno del ángulo de incidencia.
 - Ley del coseno cubo.
- Tipos de transmisión:
 - Dirigida: caracterizada por poder cambiar el ángulo sin difuminar el rayo.
 - Difusa: la propia de los vidrios opales.
 - Semidirigida: caracterizada por tener un mayor porcentaje de transmisión dirigida que de difusa.
 - Semidifusa: caracterizada por tener un mayor porcentaje de transmisión difusa que de dirigida.
- Tipos de reflexiones:
 - Regular: el material refleja toda la luz que le llega.
 - Difusa: la luz se refleja de forma difusa.
 - Mixta: la reflexión tiene un porcentaje de difusa y otro de regular.
- Rendimiento del color: informa sobre la variación del color del cuerpo en función de la fuente que lo ilumina. Alcanza valores entre 0 y 100. El color verdadero es aquel que le incide la luz solar.

1.3.3. Tipos de lámparas

Lámparas de incandescencia:

- Estándar: tienen un filamento de Wolframio por el que pasa intensidad, que lo calienta, produciendo una emisión de luz al ponerse incandescente. Para el que el Wolframio no se evapore se introduce en la ampolla gas Argón al 90% y Nitrógeno al 10%. Tienen baja eficiencia.
- Halógenas: con una estructura similar al anterior tipo pero en la ampolla, compuesta de cuarzo, se introducen halógenos, como Yodo o Cromo. La temperatura aumenta mucho más y con ello se aumenta la vida útil y el rendimiento.
- Especiales: son lámparas del tipo especial pero con un uso específico.

Lámparas de descarga: son posteriores a las incandescentes. En ellas se producen choques entre electrones de los átomos de gas que hay dentro del tubo de descarga liberando energía electromagnética. Existen los siguientes tipos:

- Fluorescentes: la radiación es ultravioleta y se hace visible gracias al polvo fluorescente residente en su interior. La eficacia es de 40-100 lm/W. Y tienen una duración de 6000-9000 horas. Sus partes fundamentales son: el tubo de descarga, los electrodos, el casquillo de conexión, el gas de relleno y los polvos fluorescentes.
- Lámparas de descarga de vapor de Mercurio: en este tipo, la radiación es producida por los átomos de Mercurio. Tienen las mismas partes que las anteriores. Al tener Mercurio, la luz es blanca. La eficacia es de 30-95 lm/W y su vida útil es de 6000-9000 horas.



- Lámparas de descarga de vapor de Sodio: llevan átomos de sodio y el color tiene tintes amarillentos. Los tipos de casquillos son de bayoneta y de rosca, uno a baja presión y otro a alta.
- Especiales: son para casos puntuales en los que se requieran su utilización, tal es el caso de lámparas de solárium o luz negra.

1.3.4. Proceso de cálculo

- Iluminancias puntuales: para cada punto del local se ven los lux que se tienen. Para su cálculo existen programas informáticos. En el presente proyecto, estos cálculos han sido realizados mediante el programa DIALux.
- Método de los lúmenes: utilizado en el cálculo realizado a mano. Su modo de utilización es hacer un cálculo inicial antes de meter al programa los datos correspondientes. Los pasos a seguir son:
 - Determinación del nivel de iluminación.
 - Selección del tipo de alumbrado y conjunto lámpara-luminaria.
 - Cálculo de los coeficientes de utilización y conservación.
 - Cálculo del flujo luminoso total necesario.
 - Determinación del número total de lámparas.
 - Número de luminarias.
 - Emplazamiento de las luminarias.

1.3.5. Alumbrado interior

Las luminarias utilizadas en cada zona son:

Estancia	Luminaria	Nº	Potencia total (W)
Centro de transformación	PHILIPS TMS022 1xTL_D58W HF3+GM50 22R	6	348
Sala grupo electrógeno	PHILIPS TMS022 1xTL_D58W HF3+GM50 22R	6	348
Sala cuadro general	PHILIPS TMS022 1xTL_D58W HF3+GM50 22R	8	464
Sala subcuadro 1	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDLM 2000/830	15	435
Sala subcuadro 2	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	1	25
Sala subcuadro 3	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	1	25
Sala subcuadro 4	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	1	25
Sala subcuadro 5	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDLM 2000/830	12	348
Sala subcuadro 6	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	2	50
Zona de producción	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	55	1375
Dársena de carga	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	31	775
Capilla	PHILIPS ST520B 1xSLED 3200/F22 25GC	124	3968
	PHILIPS TPS740 1xTLSC60W HFP(6000)	47	2820
Cripta	PHILIPS TPS740 1xTLSC60W HFP(6000)	13	780
Sacristía 1	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	9	1494

Documento: Memoria

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



Sacristía 2	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	21	3486
Sacristía 3	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	5	830
Sacristía 4	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	27	4482
Despensa	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	1	166
Cocina	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	12	1992
Refectorio	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	24	3984
Biblioteca (planta baja)	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	15	2490
Sala capitular	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	4	664
Locutorio 1	PHILIPS FBS120 1xPL-C/2 P26WPG	6	156
	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	6	78
Locutorio 2	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	3	498
	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	6	78
Locutorio 3	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	4	664
	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	6	78
Sala torno	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	3	498
Pasillo locutorios 1	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	15	195
Pasillo locutorios 2	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	33	429
Baños locutorios	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDLM 2000/830	6	174
Baños rectorio	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDLM 2000/830	24	696
Pasillo monasterio-fábrica	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	3	39
Escaleras	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	6	78
Pasillo grande fábrica	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	33	429
Almacén	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	13	325
Oficina	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	10	1660
Tienda	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	4	664
Pasillo fábrica	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	13	169
Almacén 1	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	2	332
Almacén 2	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	8	200
Almacén 3	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	12	2400
Dormitorio	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	8	104
Baño dormitorio	PHILIPS ST520B 1xSLED 3200/F22 25GC	1	60
Enfermería	PHILIPS BBS160 D170 1xRLDM 1100/840	16	464
Biblioteca (planta primera)	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	28	4648
Tribunas capilla	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	5	65
Ascensor	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	2	26
Sala calderas	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	4	100
Sala recreo	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	6	996
	PHILIPS BBS160 D170 1xRLDM 1100/840	4	166
	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	3	39
Pasillos primera planta	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	237	3081
Pasillos segunda planta	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	130	1690
Lavandería	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	15	300
Total			52953



El alumbrado interior se ha calculado con el programa informático DIALux. Las luminarias que se han de utilizar en cada zona del monasterio vienen recogidas en la tabla anterior, describiendo su lugar, tipo utilizado, número a colocar y potencia total requerida.

1.3.6. Alumbrado exterior

En la realización del alumbrado exterior de la nave no se ha utilizado ningún programa informático. Se deberán colocar 18 luminarias por el perímetro del complejo monacal, a 4 metros de altura, para garantizar la visibilidad suficiente durante los periodos oscuros de la jornada.

Para ello, se han elegido las luminarias PHILIPS SRP222 SON-TPP150W SP. Su colocación se precisa en el plano de alumbrado exterior y de emergencia. La tabla siguiente revela el número utilizado, la potencia por unidad y la potencia total requerida.

Alumbrado exterior	Luminaria	Nº	Potencia por unidad (W)	Potencia total (W)
	PHILIPS SRP222 SON-TPP150W SP	18	150	2700

1.3.7. Alumbrados de emergencia y señalización

De acuerdo con lo indicado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el objeto de la luz de emergencia es el de asegurar, en caso de fallo de la alimentación normal la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.² Hay varios tipos de alumbrado de emergencia:

- Alumbrado de reemplazamiento: permite la continuidad de la actividad que se esté realizando.
- Alumbrado de seguridad: para garantizar la evacuación de los locales. Funciona cuando la tensión nominal de la luminaria baja del 70%. Tendrá que dar en el suelo 1 lux durante una hora.
- Alumbrado de ambiente o anti-pánico: tiene que haber 0,5 lux en el suelo y a 1 metro de altura.
- Alumbrado de zonas de alto riesgo: garantizará 15 luxes o el 10% de los luxes del alumbrado normal.

El alumbrado de emergencia, de acuerdo con lo que estipula el reglamento en la ITC-BT-28, deberá estar situado en los siguientes lugares:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.

² Cf. ITC-BT-28, apartado 3, alumbrado de emergencia.



- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Pasillos, escaleras y escaleras de incendios.
- Los aparcamientos de más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Como regla para el cálculo y ubicación de las lámparas de emergencias se determina que:

- La iluminancia mínima será de 5 lux.
- El flujo mínimo será de 30 lúmenes.
- La separación mínima será de h , siendo h la altura de ubicación comprendida entre 2 y 2.5 metros.

El criterio de ubicación de las lámparas de emergencia será el siguiente:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- En los cambios de nivel.
- En cambios de dirección.
- En intersecciones del pasillo con las rutas de evacuación.
- En los aseos y servicios.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.

El alumbrado de emergencia se puede clasificar en función de la fuente de alimentación de las luminarias:

- Luminarias autónomas: se caracterizan porque la fuente de suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo.
- Luminarias centralizadas: se caracterizan porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias.

También se pueden clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, como las que vienen a continuación:

- Luminarias permanentes: son luminarias alimentadas con energía eléctrica permanentemente. De manera que se efectúa al unísono un doble alumbramiento, normal y de emergencia.
- Luminarias no permanentes: son luminarias que solo se activan cuando falla la alimentación del alumbrado normal, es decir, cuando se interrumpe o disminuye por debajo del 70% de su valor nominal.



- **Luminarias combinadas:** son luminarias que disponen de dos o más lámparas que permiten alimentar parte de ellas con energía eléctrica al alumbrado de emergencia y la otra parte conectadas al suministro del alumbrado normal. De esta forma, parte de las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras haya suministro de energía eléctrica al alumbrado normal, y la otra parte solo se enciende cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal.

Las luminarias de emergencia elegidas son de carácter autónomo, no permanentes con señalización de la marca Legrand y de su serie c3, en concreto un aparato que consume una potencia de 6 W.

En las zonas con gran altura, se deberán colocar a 3,5 metros con respecto al suelo y en el resto de dependencias a una altura de 2,3 metros, colocadas, principalmente, encima de los marcos de las puertas y en la pared. A continuación se detallan el número de luminarias, potencia total y localización de las mismas.

Estancia	Luminaria	Nº	Potencia total (W)
Centro de transformación	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala grupo electrógeno	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala cuadro general	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala subcuadro 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala subcuadro 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala subcuadro 3	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala subcuadro 4	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala subcuadro 5	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala subcuadro 6	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Zona de producción	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	4	24
Dársena de carga	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Capilla	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	19	114
Cripta	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	4	24
Sacristía 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Sacristía 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sacristía 3	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sacristía 4	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Cocina	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Refeitorio	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Biblioteca (planta baja)	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala capitular	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Locutorio 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Locutorio 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Locutorio 3	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Sala torno	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Pasillo locutorios 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6



Pasillo locutorios 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Baños locutorios	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Baños refectorio	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Pasillo monasterio-fábrica	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Escaleras	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	10	60
Pasillo grande fábrica	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Almacén	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Oficina	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Tienda	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Pasillo fábrica	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	6
Almacén 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Almacén 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Almacén 3	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Biblioteca (planta primera)	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2	12
Ascensor	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala calderas	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Sala recreo	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Pasillos primera planta	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	11	66
Pasillos segunda planta	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	10	60
Lavandería	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1	6
Total		110	654

1.4. DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

1.4.1. Introducción

Las instalaciones interiores son las que se realizan en el interior de edificios. En el presente proyecto, se analizará desde el secundario del transformador hasta la llegada a los receptores.

Los distintos conductores se dimensionarán teniendo en cuenta 3 criterios de cálculo:

- Criterio térmico.
- Criterio de caída de tensión.
- Criterio de cortocircuito.

1.4.2. Prescripciones generales

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente el conductor de neutro y el cable de protección. Variando los colores de sus aislamientos se hace dicha identificación. Los conductores de energía eléctrica deberán ser de los siguientes colores:

Documento: Memoria

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



- Azul claro para el conductor de neutro.
- Marrón, negro y gris para los conductores de fase.
- Amarillo con rayas verdes para el conductor de tierra.

1.4.2.1. Conductores activos

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. Debido a que este proyecto es una instalación industrial que se alimentan directamente en alta tensión y posee un transformador propio, la caída de tensión será de 4,5% para receptores de alumbrado y 6,5% para el resto.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión estipula las diferentes intensidades admisibles para distintos tipos de instalación de los conductores, agrupamientos y tipos de cables a una temperatura ambiente de 40°C.³

1.4.2.2. Conductores de protección

Los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los de fase, tendrán una sección mínima igual a la que se expone en la tabla correspondiente del reglamento.⁴

Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir dentro de ella también el conductor de protección, y presentará el mismo aislamiento que los conductores de fase. Estos estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico. Las conexiones de los conductores se realizarán por medio de uniones soldadas o por piezas de conexión de apriete por rosca.

1.4.2.3. Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de tal forma que las perturbaciones posibles, originadas por averías producidas en un punto, solo afecten a ciertas partes de la instalación y no a su totalidad.

1.4.2.4. Equilibrado de cargas

Para tener el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores de la instalación se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

1.4.3. Sistemas de canalización

³ Cf. ITC-BT-19, tabla 19.2: intensidades admisibles (A) al aire 40°C. Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

⁴ Cf. ITC-BT-18, tabla 18.2: relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.



1.4.3.1. Canalizaciones

Las canalizaciones sirven para proteger a los conductores y proporcionan un camino adecuado para la instalación eléctrica. Hoy en día, los métodos más utilizados son las bandejas o pasar los conductores a través de tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción como muros, paredes o techos, se realizarán siguiendo las prescripciones siguientes:

- Las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos.
- No habrá empalmes o derivaciones en la longitud del tubo.
- Las superficies de los tubos no deberán tener aristas.

1.4.3.2. Tubos protectores

En el citado reglamento, en la instrucción técnica complementaria a tubos y canales protectoras⁵ se designan los tubos protectores. Hay varias clases de tubos:

- Sistemas de tubos rígidos.
- Sistemas de tubos curvables.
- Sistemas de tubos flexibles.
- Sistemas de tubos enterrados.

Los tubos deberán poder soportar, como mínimo y sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60°C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70°C para los tubos metálicos aislantes.

El diámetro del tubo protector en donde se alojarán los cables será dimensionado en función del número de conductores que aloje y su sección correspondiente. Estos se calcularán en las tablas descritas en la ITC-BT-21, en función de su instalación. Para realizar las canalizaciones mediante tubos protectores se tendrán en cuenta las prescripciones siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local en donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán con accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando la unión que se necesite sea estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores de los tubos después de colocarlos y fijarlos disponiendo para ello registros, que en tramos rectos no estarán separados más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situados entre dos registros consecutivos no será superior a 3.

⁵ Cf. ITC-BT-21: tubos y canales receptoras.



- Los registros se destinarán solo a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos y al mismo tiempo servir como cajas de empalme o derivación.
- Nunca se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que se utilizarán bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión.
- La conexión entre conductores se hará en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior se tendrán en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones por agua en su interior por lo que se elegirá convenientemente su trazado y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado.
- Los tubos metálicos que sean accesibles se conectarán a tierra.
- Los tubos metálicos no se utilizarán como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo estipulado en el reglamento.⁶

Cuando los tubos protectores se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones generales:

- Los tubos se fijarán en las paredes o techos con bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente fijadas. La distancia máxima entre estas será como máximo de 50 cm.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan.
- Es conveniente disponer los tubos rígidos con las juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando separados entre sí los extremos 5 cm aproximadamente y empalmándose posteriormente.

Cuando los tubos se coloquen en montaje fijo empotrado se seguirán las siguientes prescripciones:

- Al instalar los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en las que se practican.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien previstos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso, solo se permitirán provistos de tapa de registros.
- Las tapas de registros y las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

Cuando los conductores estén montados al aire, solamente está permitido su uso para máquinas de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de

⁶ Cf. ITC-BT-20: sistemas de instalación.



derivación fijadas al techo. La longitud de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no comenzará a una altura inferior a 2 metros.

Para el cálculo del diámetro y distribución de los tubos protectores utilizados en el presente proyecto, se tendrá en cuenta lo expuesto anteriormente y en la ITC-BT-21.

1.4.4. Receptores

1.4.4.1. Introducción

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (local, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y las condiciones de ventilación necesarias para que en el funcionamiento no pueda producirse ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación, como para objetos próximos.

Los circuitos que formen parte de los receptores deberán estar protegidos contra sobreintensidades, siendo de aplicación lo dispuesto en la instrucción correspondiente.⁷

Los receptores no deberán, en general, conectarse a instalaciones cuya tensión asignada sea diferente de la indicada en el mismo.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por medio de un cable apto para usos móviles, que podrá incorporar una clavija de toma de corriente. Cuando la conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión.

1.4.4.2. Motores

Según el reglamento⁸, las secciones mínimas que tendrán los conductores de conexión con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, serán las siguientes:

- Un solo motor: los conductores que alimenten a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad con un valor del 125% de la intensidad a plena carga del motor.
- Varios motores: los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga del resto de motores.

En los motores de aparatos de elevación en general se computará como intensidad nominal a plena carga como la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad del régimen una vez pasado el periodo de arranque multiplicada por 1,3.

⁷ Cf. ITC-BT-22: protección contra sobreintensidades.

⁸ Cf. ITC-BT-47: motores.



Los motores deberán estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo, esta última protección, ser de tal naturaleza que cubra en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

1.4.4.3. Receptores para alumbrado

Según se especifica en el reglamento⁹, las lámparas de descarga utilizadas en el presente proyecto tendrán que cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.
- Para los receptores de lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.
- El factor de potencia de cada receptor será mayor o igual a 0,9.

1.4.4.4. Receptores para aparatos de caldeo

Según el reglamento¹⁰, los aparatos de caldeo para uso industrial tendrán que cumplir las siguientes especificaciones:

- Se alimentarán en corriente alterna y como mínimo a 50 Hz.
- La alimentación estará controlada por un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar y que pueda ser accionado fácilmente.
- La cuba metálica de la caldera se conectará a tierra.

1.4.5. Tomas de corriente

1.4.5.1. Introducción

Las tomas de corriente utilizadas en las instalaciones o receptores serán conforme a la norma UNE 20315 y, en el caso de ser tomas dedicadas a uso industrial, a la norma UNE 60309.

El cálculo de la potencia prevista para cada toma está resuelto en el apartado de cálculos del presente proyecto, teniendo en cuenta los factores de simultaneidad y utilización pertinentes.

1.4.5.2. Tipos de tomas de corriente

Las tomas de corriente utilizadas en el presente proyecto son monofásicas y trifásicas y los diferentes tipos son:

- Tomas de corriente monofásicas de 16A a 230 V (2P+T).
- Tomas de corriente monofásicas de 25A a 230 V (2P+T).
- Tomas de corriente trifásicas de 16A a 400 V (3P+T).

⁹ Cf. ITC-BT-44: receptores para alumbrado.

¹⁰ Cf. ITC-BT-45: aparatos de caldeo.



1.4.5.3. Situación y número de tomas de corriente

Las tomas de corriente en todas las zonas irán empotradas en la pared a una altura de 20 cm, en los baños a 1 metro y en la zona de producción y la dársena de carga a una altura de 1,5 metros en cofrets para tomas industriales de la marca Schneider y del modelo Kaedra.

La tabla que se presenta a continuación presenta las diferentes tomas de corriente utilizadas, su localización y su cantidad:

Estancia	Toma de corriente	Cantidad
Sala cuadro general	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Sala subcuadro 1	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	3
Sala subcuadro 2	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Sala subcuadro 3	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Sala subcuadro 4	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Sala subcuadro 5	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Sala subcuadro 6	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Zona de producción	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	6
	Toma de corriente trifásica de 16 A a 400 V. (3P+T)	8
Dársena de carga	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
	Toma de corriente trifásica de 16 A a 400 V. (3P+T)	8
Capilla	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	43
Cripta	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	15
Sacristía 1	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Sacristía 2	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	6
Sacristía 3	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Sacristía 4	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	8
Cocina	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	6
	Toma de corriente monofásica de 25 A a 230 V. (2P+T)	8
Refeitorio	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	4
Biblioteca (planta baja)	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	3
Sala capitular	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Locutorio 1	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	4
Locutorio 2	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	4
Locutorio 3	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	4
Sala torno	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Pasillo locutorios 1	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	4
Pasillo locutorios 2	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	5
Baños refectorio	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	8
Pasillo monasterio-fábrica	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Pasillo grande fábrica	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	4
Almacén	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	6
Oficina	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	13



Pasillo fábrica	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	4
Almacén 1	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	4
Almacén 2	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Dormitorio	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	4
Baño dormitorio	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	2
Enfermería	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	6
Biblioteca (planta primera)	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	8
Sala calderas	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	6
	Toma de corriente trifásica de 16 A a 400 V. (3P+T)	2
Sala recreo	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	6
Pasillos primera planta	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	30
Pasillos segunda planta	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	19
Lavandería	Toma de corriente monofásica de 16 A a 230 V. (2P+T)	6

1.4.6. Interruptores y contactores

Los interruptores, conmutadores y conmutadores de cruzamiento utilizados en el presente proyecto son de la marca Simon. Su situación se detalla en el plano de alumbrado de las diferentes plantas.

Tipo	Número
Interruptor	75
Conmutador	116
Conmutador de cruzamiento	9
Fotocélula	1
Detector de movimiento	42

El alumbrado de cada zona está gobernado mediante sus respectivos pulsadores de marcha y paro en paredes y cercanías de las puertas, en ciertos emplazamientos como pasillos, se dispondrá de detectores de movimiento que ordenen el encendido del alumbrado de la localización.

1.4.7 Cálculos de las intensidades de línea

Los cálculos son iguales para todas las líneas, excepto por la tensión a la cual se alimenta cada receptor, por lo que se indica el proceso y posteriormente se especifican los cables seleccionados. Los pasos para realizar el cálculo son los siguientes:

- Se necesitan ciertos datos de partida:
 - Previsión de potencia de los receptores.
 - Tipo de receptor (monofásico o trifásico).
 - Factor de potencia de los receptores.
 - Longitud de cada una de las líneas.



2. Se calcula la intensidad de cada receptor según sea su tensión de alimentación.

- Si es receptor monofásico:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

- Si es receptor trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

Siendo en cada caso:

- I: la intensidad del receptor.
- P: la potencia del receptor.
- V: la tensión de línea que se le suministra.
- $\cos \varphi$: factor de potencia del receptor.

En el caso de que los receptores sean motores, su potencia quedará aumentada en un 125%. Y en el caso de que en una misma línea sean alimentados varios motores, la línea se dimensionará para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia y la intensidad a plena carga de todos los demás.

Para lámparas de descarga, la carga máxima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas y el factor de potencia de cada receptor será mayor o igual a 0,9. Por lo tanto, las lámparas quedarán multiplicadas por un factor de corrección de 1,8.

Otro elemento a tener en cuenta será el factor de corrección según la temperatura ambiente, el tipo de canalización y el número de conductores activos que se encuentran en la misma. Para la acometida se tendrán en cuenta las tablas de la ITC-BT-07, y para la instalación interior se tendrá en cuenta la norma UNE 20460-5 que es para instalaciones interiores.

Así, para hallar la intensidad calculada se multiplicará la intensidad nominal de cada receptor por su correspondiente factor de corrección, siendo éste de 1,25 para motores y de 1,8 para lámparas de descarga.

Esta intensidad calculada se dividirá más tarde por el factor de corrección de la norma UNE 20460-5 de agrupamiento de circuitos para hallar el criterio térmico.

1.4.8. Cálculo de los conductores de baja tensión

1. Una vez conocida la intensidad de cada receptor hay que seleccionar la línea que va a alimentarlo, de modo que la potencia suministrada por cada uno, quede más o menos repartida por igual en todas las líneas. Los receptores alimentados por la misma línea, que en este caso serán los de alumbrado, deben estar cercanos entre sí. Además, no es conveniente



alimentar, por ejemplo, la iluminación de una estancia con la línea que alimenta algún tipo de maquinaria, ya que esto provocaría picos de corriente que harían altibajos en la intensidad de dicha iluminación.

2. Después se elige el tipo de conductor a utilizar y por dónde se va a llevar:
 - Material del conductor.
 - Tipo de instalación.
 - Aislamiento.
 - Tipo de cable.
3. Ya se pueden calcular los conductores en función de los criterios térmicos y de caída de tensión. Dichos criterios vienen explicados a continuación.
 - Criterio térmico: cuando por un conductor, que tiene una determinada resistencia, pasa una intensidad, se eleva su temperatura. Esta elevación de temperatura es proporcional al cuadrado de la intensidad que pasa por él. Por tanto, su la temperatura es elevada, se corre el peligro de que el aislante no la agunte, se deteriore hasta quemarse y al final provoque un cortocircuito. Para cada una de las secciones del conductor existe una intensidad admisible que no se debe sobrepasar para no dañar el aislamiento. El objetivo del criterio térmico es el de limitar la densidad de corriente que a circular por un conductor para que éste no adquiera una temperatura elevada y pueda dañarse su aislamiento. Es decir, lo que limita es la corriente máxima que circula por el conductor. Dependiendo de lo que se haya escogido en el punto 2, se hallará la sección necesaria a partir de las tablas que proporciona el reglamento (ITC-BT-07 e ITC-BT-19) según sean líneas subterráneas o instalaciones del interior. La sección escogida será aquella cuya intensidad admisible sea mayor a la intensidad calculada para cada uno de los receptores. En el presente proyecto, los conductores seleccionados tienen aislante de polietileno reticulado (XLPE), y hay tanto conductores como mangueras.
 - Criterio de caída de tensión: se basa en la caída de tensión en un conductor al circular corriente por él, ya que este tiene valor resistivo. Para ellos, se halla la caída de tensión que se produce desde el cuadro de baja tensión del centro de transformación hasta el último receptor de cada línea. Debido a que el complejo industrial se alimenta directamente en alta tensión, según la ITC-BT-19, las caídas máximas de tensión admisibles serán de 4,5% para alumbrado y de 6,5% para los demás usos.

Por tanto, habrá que ver qué sección es la adecuada para que la caída de tensión en el conjunto de las líneas no supere esos valores. Según sea la línea trifásica o monofásica, hay distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión:

$$\text{Monofásica: } S = \frac{2 \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times u}$$



$$\text{Trifásica: } S = \frac{3 \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times u}$$

Siendo para ambos casos:

S: la sección del conductor.

L: la longitud del conductor.

I: la intensidad de la línea en A.

$\cos \varphi$: factor de potencia del receptor.

u: la caída de tensión.

C: la conductividad del conductor.

4. En los cálculos, debido a que no se tiene una caída de tensión fija en cada tramo, son que se tiene la caída de tensión desde el cuadro de baja tensión del centro de transformación hasta el receptor según sea el tipo, solo se ha realizado el criterio térmico. Después de elegir el conductor correctamente, lo que se ha hecho es calcular la caída de tensión en cada tramo y sumarle las caídas de tensión correspondientes a los tramos de los que cuelga éste.
5. Para terminar, obtenemos la sección del neutro y del conductor de protección siguiendo las tablas de la ITC-BT-07 y la ITC-BT-19. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables en el documento de cálculos.

1.4.9. Soluciones adoptadas

1.4.9.1. Conductores

Los conductores utilizados, tanto para la acometida como para la instalación interior de la nave, son conductores RV-K 0,6/1 KV de la marca General Cable. Sus características son:

- Denominación técnica: RV-K.
- Normativa constructiva: UNE 21.123-2.
- Conductor: Cobre clase 5.
- Aislamiento: XLPE.
- Cubierta: PVC.

Descripción	Cantidad (metros)
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 2x1,5+1,5TT mm2 Cobre	2258,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 2x2,5+2,5TT mm2 Cobre	294,00



Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 3x2,5+2,5TT mm2 Cobre	526,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 3x2,5/2,5+2,5TT mm2 Cobre	240,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 2x4+4TT mm2 Cobre	701,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 3x4+4TT mm2 Cobre	26,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x6 mm2 Cobre	256,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x10 mm2 Cobre	246,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x16 mm2 Cobre	784,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x25 mm2 Cobre	57,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x70 mm2 Cobre	9,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x95 mm2 Cobre	27,00
Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x120 mm2 Cobre	6,00

1.4.9.2. Canalizaciones

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirá en las siguientes partes desarrolladas a continuación:

- Acometida: la acometida es la línea que une el cuadro de baja tensión del centro de transformación con 1 cuadro de distribución. Esta línea tiene una longitud de 9 metros y discurre por una zanja de 0,7 m de profundidad y 0,4 m de anchura con arena lavada debajo del tubo y relleno de hormigón H-12,5. Se llevarán las tres fases y el conductor de neutro. Cada fase estará formada por 3 conductores de 95 mm² y el conductor de neutro por 3 de 50 mm². Por ello, el tubo que se instalará



deberá tener un diámetro de 180 mm para la acometida y en su interior se colocarán los conductores de cada fase dispuestos en trébol. El tubo será liso por el interior, corrugado por el exterior y de color rojo.

- Canalización general interior: la canalización general del monasterio se realizará a través de tubo empotrado en pared y se distribuirá a los diferentes cuadros. Las dimensiones de la cata serán de 0,4 metros de ancho y de 0,5 m de alto.
- Derivaciones: en la zona de producción, las derivaciones a cada máquina desde los cuadros secundarios se realizará a través de tubo de acero flexible galvanizado sobre bandeja perforada. Para el alumbrado de la zona de producción, se llevarán las diferentes derivaciones monofásicas mediante tubo empotrado. El alumbrado exterior irá empotrado en la pared por fuera de la nave. Para las tomas monofásicas y trifásicas de la zona de producción y de la dársena de carga, se llevarán las líneas por tubos empotrados hasta la toma correspondiente. La canalización del resto de zonas se realizará a través de tubos de PVC que irán empotrados en paredes y techos. La instalación del alumbrado de emergencia y de señalización se realizará mediante tubo empotrado.

Descripción	Cantidad (metros)
Tubo corrugado de doble capa de PVC de color negro, $\Phi 16$ mm.	3318,00
Tubo corrugado de doble capa de PVC de color negro, $\Phi 20$ mm.	581,00
Tubo corrugado de doble capa de PVC de color negro, $\Phi 32$ mm.	983,00
Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. $\Phi 20$ mm.	492,50
Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. $\Phi 32$ mm.	195,00
Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. $\Phi 50$ mm.	35,00
Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. $\Phi 75$ mm.	105,00

1.5. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN



Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones para que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y aparatos a ella conectados, como de las personas que han de manipularla.

1.5.1. Clasificación de las protecciones

Existen varios tipos de protecciones que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia. Para las instalaciones de baja tensión, habrá que remitirse al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en concreto a las instrucciones 22, 23 y 24. Se considerarán las siguientes protecciones:

- Protección de la instalación: contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Protección de las personas: contra contactos directos e indirectos.

1.5.2. Conceptos básicos

Para la realización de las protecciones de la nave se han de tener unos conceptos básicos como los siguientes:

- Interruptor diferencial: dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por falta de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Está compuesto de dos bobinas colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos. Dicho interruptor provocará la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcancen un valor determinado que vendrá determinado por la sensibilidad de éste.
- Conductor eléctrico: se dice que un cuerpo es conductor eléctrico cuando al ponerlo en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Existen dos materiales por excelencia utilizados en la industria eléctrica, el aluminio y el cobre. En este proyecto, los conductores eléctricos son hilos de cobre.
- Interruptor automático: es un aparato mecánico que permite cortar y volver a conexionar en condiciones normales el suministro eléctrico. Este corte se efectúa en el caso de que se produzcan sobrentensidades o cortocircuitos. Un interruptor automático está compuesto de:
 - Cámara de extinción: que puede ser de aire o de SF6 y absorbe el arco que se produce al abrir y cerrar los contactos.
 - Mecanismo de apertura y cierre: Lo que hace es abrir y cerrar el contacto.
 - Disparadores: son los que mandan abrir este mecanismo de apertura y pueden ser primarios o secundarios. Los primarios mandan al de disparo y pueden ser térmicos (dos chapas bimeálicas que al aumentar la intensidad se flexionan debido a las



temperaturas alcanzadas, detectando sobrecargas) o magnéticos (una bobina que al pasar un valor de corriente activa el disparador, detectando los cortocircuitos). Los secundarios siempre están conectados a un contacto auxiliar que está alimentando a una fuente de alimentación. Este disparador también se puede utilizar para el rearme del automático, además de una determinada condición que se le haya impuesto. A este grupo pertenecen los interruptores magnetotérmicos (dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones con el fin de proteger frente a las intensidades excesivas, como los cortocircuitos o los consumos excesivos de los receptores conectados a la línea) y los fusibles (que protegen contra sobrecargas y cortocircuitos, como ventaja, pueden tener un alto poder de corte, pero no es posible rearmarlos).

1.5.3. Protección de la instalación

La finalidad de los dispositivos de protección es la de registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosas para evitar que hubiera un apagón general de la instalación, así como limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos eléctricos.

En las instalaciones en las que hay interruptores en varios escalonamientos, generalmente se requiere que éstos sean selectivos. Se entiende por selectividad a la coordinación de dispositivos de corte automático para que un defecto en la línea a la cual protegen sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo se quede sin alimentación esa rama y no el resto. La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. La selectividad tiene importancia en todas las instalaciones para el confort de los usuarios, pero fundamentalmente solo se encuentra en las instalaciones industriales de fabricación. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente superior a donde se ha originado el defecto y ningún otro de la correspondiente instalación. En caso de fallar el interruptor, deberá actuar otro de orden superior.

Una instalación eléctrica que no es selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad, tales como los que se muestran a continuación:

- Imperativos de producción no respetados.
- Volver a realizar procesos de arranque de cada máquina como consecuencia de una pérdida de la alimentación general.
- Para los motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de humos y demás.
- Roturas de fabricación con pérdida de los productos y riesgo de avería en los procesos continuos.



Se entiende por tiempo de escalonamiento al intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad solo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse para evitar que salte otra protección diferente a la requerida.

1.5.3.1. Protección contra sobrecargas

Tal como recoge la ITC-BT.22, la instalación deberá estar protegida contra sobrecargas. El límite de corriente admisible de un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

La consecuencia más directa de la sobrecarga es una elevación de la temperatura, que por otra parte, es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección estarán previstos para interrumpir toda circulación de corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que se pueda provocar un calentamiento excesivo que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente. Las protecciones que se utilizan para las sobrecargas se tratan, esencialmente, de una protección térmica, esto es, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se va a proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Este dispositivo se ubicará en los lugares en los que pueda haber una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, como son, los cambios de sección o naturaleza o de modo de instalación.

1.5.3.2. Protección contra cortocircuitos

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Un cortocircuito se produce en un sistema de potencia al entrar en contacto entre sí o con tierra conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente, las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces el valor máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

Existen diferentes tipos de cortocircuitos, como el tripolar (el más raro de darse y que alcanza mayores valores), asimétrico entre fase y tierra, entre dos fases y cortocircuito entre fase y neutro.



Estos dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente del cortocircuito en los conductores a los que protege, antes de que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuitos debe responder a las dos condiciones que se explican a continuación:

- El poder de corte del dispositivo debe ser mayor o igual a la corriente de cortocircuito que se pueda presentar en el circuito al que protege. Por filiación, se permite que una protección con un poder de corte determinada, pueda tener un valor menor en función del que está aguas arriba, con lo que se abarata la instalación.
- El tiempo que tarda en abrir la protección debe ser menor al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible. En los cálculos se utiliza el valor de 0,1 segundos, que es el tiempo que tarda en abrir la protección.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistemas de corte omnipolar.

1.5.4. Cálculo de las impedancias

- Impedancia total (Z_T): una red de baja tensión se caracteriza por tener una impedancia compuesta de un elemento resistivo puro y un elemento inductivo puro. El método de las impedancias consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de resistencia y de inductancia. Después se suman aritméticamente por separado con la siguiente expresión:

$$Z_T = Z_A + Z_T + Z_L + Z_{AUT}$$

- Impedancia de la red de media tensión (Z_A): para hallar la impedancia de la red, que es un dato que proporciona la compañía distribuidora de energía (Iberdrola afirma que es 500 MVA). Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red de media tensión que está aguas arriba del transformador:

$$Z_A \approx X_A = \frac{V^2}{S_{CC}}$$

- Impedancia del transformador (Z_T): La impedancia del transformador, despreciando las pérdidas en el cobre, se halla de la siguiente manera:

$$Z_T \approx X_T = V_{CC} \times \frac{V^2}{S_{CC}}$$



La resistencia y la reactancia, tanto del transformador como del aparellaje de alta tensión, se puede considerar despreciable, con el motivo de ahorrar cálculos prácticamente innecesarios.

- Impedancia de los conductores (Z_L): esta impedancia se considera prácticamente resistiva y se calcula según la ecuación siguiente:

$$R_L = \rho \times \frac{L}{S}$$

- Impedancia de los automatismos (Z_{AUT}): para todos los automatismos (protecciones, relés, etc...) se considerarán puramente inductivos y tendrán un valor de $0,15m\Omega j$

$$Z_{AUT} = \text{número de automatismos} \times 0,15m\Omega j$$

En el número de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole como diferenciales, relés o fusibles.

- Impedancia total nueva (Z'_T): esta impedancia es la utilizada para el cálculo de la I_{CCmin} , para posteriormente hallar la curva de disparo de cada interruptor magnetotérmico:

$$Z_L \approx R_L = R_{L20^\circ C} \times (1 + \alpha \times \Delta T)$$

Por lo que la impedancia total nueva será la suma resultante de las anteriores aquí descritas.

1.5.5. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Se calcularán dos intensidades de cortocircuito. La intensidad de cortocircuito máxima (I_{CCmax}) en el origen del circuito o línea y la intensidad de cortocircuito mínima (I_{CCmin}) en el final de la línea

- Intensidad de cortocircuito máxima: esta intensidad se calcula en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, se suele utilizar la expresión del cortocircuito trifásico en las instalaciones de baja tensión. Después de calcular la intensidad de cortocircuito máxima, se determinará el poder de corte de la protección, que deberá ser mayor a esta intensidad de cortocircuito. Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se tendrá en cuenta toda la instalación que hay aguas arriba de la protección a calcular. Dicha corriente se calculará mediante la siguiente expresión:

$$I_{CCmax} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_T}$$



- Intensidad de cortocircuito mínima: esta intensidad se calcula al final de la línea a la que protege la protección a calcular. Estas corrientes son para elegir el tipo de curva de disparo de magnetotérmico y ajustar los dispositivos de protección para la protección de los conductores contra cortocircuitos. Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito mínima se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{CCmin} = \frac{U_s}{2 \times Z_T}$$

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, será necesario calcular su calibre con la siguiente expresión:

$$I_{cal} < Calibre < I_{adm}$$

Dentro del intervalo que ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga, teniendo en cuenta los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, de forma que la intensidad mínima de cortocircuito sea mayor o igual que la corriente de magnetización que se determina según la curva escogida y el calibre de la protección. La corriente de magnetización para cada curva es:

- Curva B: $I_{mag}=5 \times I_n$
- Curva C: $I_{mag}=10 \times I_n$
- Curva D: $I_{mag}=20 \times I_n$

1.5.6. Cálculo del tiempo máximo que el conductor aguanta la intensidad de cortocircuito final

Como la intensidad de cortocircuito es mucho mayor que la intensidad admisible del cable, hay un aumento de la temperatura, y si la temperatura aumenta demasiado, no se puede disipar más calor, produciéndose la quema del conductor. Se estudiará un proceso adiabático: La energía liberada en el cortocircuito tiene que ser igual a la absorbida por el conductor.

- Energía liberada en el ccto= $R \times I^2 \times t$
- Energía absorbida por el conductor= $C_e \times S \times L \times (T_{cc} - T_{rp})$
-

$$\frac{1}{K \times S} \times i^2 \times t = C_e \times S \times L \times (T_{cc} - T_{rp})$$

$$t_{mciccf} = \frac{C_e \times S^2 \times \Delta T}{i_{CCmin}^2}$$



Siempre se tiene que cumplir que el tiempo calculado sea mayor al de desconexión (0,1 segundos). Si ocurriera al contrario, se deberá utilizar el criterio de cortocircuito. El tercer criterio se calculará después del cálculo de la instalación y de las protecciones.

1.5.7. Protección de las personas

Cuando entre dos puntos haya una diferencia de potencia y un elemento conductor que los une entre sí, habrá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir:

- Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente esté en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defectos de aislamiento y demás.
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que por accidente se encuentra bajo tensión (contacto indirecto), como por ejemplo la carcasa de un motor, que pueda quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento.

Según diversos estudios, para determinar con exactitud los valores peligrosos de intensidad y tiempo, se trazan las curvas límites de tiempo y corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, los valores inferiores a 30mA se han comprobado que no sean peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30mS. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderían a limitar la tensión de contacto. Por ello, la ITC-BT-24 limita estos valores según el local del que se trate:

- 24V para locales húmedos.
- 50V para los demás casos.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto. Sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

1.5.7.1. Protección contra contactos indirectos

De acuerdo con la ITC-BT-24 del reglamento, para asegurar una protección eficaz ante los contactos directos que se puedan producir es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos. Con ellos se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.



- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

1.5.7.2. Protección contra contactos indirectos

Para la protección de las personas contra esos contactos se tienen en cuenta estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Uso de tensiones no peligrosas para que el contacto eléctrico no sea peligroso.
- Limitar la duración del contacto eléctrico mediante dispositivos de corte

Debido a que el esquema de distribución elegido para el presente proyecto es el esquema TT, por ser el más común y además obligado por Iberdrola, se expondrán sus características principales:

- Todas las masas de los equipos se conectarán a tierra mediante un conductor de protección.
- El neutro de cada transformador o generador debe ponerse a tierra.

Siempre se deberá cumplir que el producto entre la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección y la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección tenga un valor inferior a la tensión límite de contacto.

En el esquema de distribución TT se utilizan los dispositivos de protección que se detallan a continuación:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de corriente máxima como interruptores automáticos o fusibles.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato. La elección de la sensibilidad del diferencial que debe utilizarse en cada caso viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada pinto de conexión de las mismas. La resistencia no deberá ser mayor que el cociente entre 24-50 voltios, según sea el local y la sensibilidad del diferencial.

1.5.8. Solución adoptada

En el cuadro general de distribución se colocará un interruptor automático de cabecera. Debajo de este se colocarán tres toroides y tras ellos, al principio de cada línea, se colocará un interruptor automático magnetotérmico por línea para su protección.

En los cuadros secundarios se colocará un interruptor automático de cabecera y otro para cada una de las máquinas. Se colocaran interruptores diferenciales agrupándolos diferentes circuitos como se observa en los esquemas unifilares. Las



tomas de corriente monofásicas y trifásicas también estarán protegidas por un interruptor automático y un diferencial.

Las distintas protecciones utilizadas son de la marca Schneider. Para su elección se tiene en cuenta, aparte del calibre y el poder de corte, la sensibilidad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

1.5.8.1. Cuadro general de distribución

Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 50 KA, Curva B, III+N Calibre: 1000 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, III+N Calibre: 125 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, III+N Calibre: 32 A
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 100 A, Sensibilidad: 300 mA
Relé diferencial RHU de Schneider Sensibilidad: 30 mA a 30 A
Toroidal MA 120 mm de Schneider
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 36 KA, curva B, III+N Calibre: 250 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, curva B, III+N Calibre: 50 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, CurvaB, III+N Calibre: 63 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, Curva B, III+N Calibre: 80 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, Curva B, III+N Calibre: 20 A

1.5.8.2. Cuadro secundario 1

Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte 20 KA, curva C, III+N Calibre: 250 A
Interruptor diferencial Schneider 4PCalibre: 40 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 63 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 6 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III+N Calibre: 63 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva B, III+N Calibre: 6 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 16 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva C, III+N Calibre: 40 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva B, III+N Calibre: 16 A

1.5.8.3. Cuadro secundario 2



Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte 20 KA, curva C, III+N Calibre: 250 A
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 6 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva D, III Calibre: 6 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 40 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 25 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 32 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 16 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva C, III+N Calibre: 40 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva B, III+N Calibre: 16 A

1.5.8.4. Cuadro secundario 3

Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 125 A
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 25 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 40 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 10 A

1.5.8.3. Cuadro secundario 4

Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte 20 KA, Curva C, III+N Calibre: 250 A
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 25 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 20 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 10 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 63 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 32 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 25 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 63 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 16 KA, Curva D, III Calibre: 32 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 50 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III+N Calibre: 40 A

Documento: Memoria

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 16 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 6 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 1,6 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 10 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 6 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva C, II Calibre: 3 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 10 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A

1.5.8.4. Cuadro secundario 5

Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte 20 KA, Curva C, III+N Calibre: 250 A
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 80 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 100 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva B, III+N Calibre: 100 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 10 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 2 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 40 A

1.5.8.5. Cuadro secundario 6

Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 250 A
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 80 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 100 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 40 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva D, III Calibre: 10 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 10 A

1.5.8.6. Cuadro secundario calderas

Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 20 A
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 20 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, II Calibre: 1
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A



1.5.8.7. Cuadro secundario cocina

Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 160 A
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 10 A, Sensibilidad: 300 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 16 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva D, II Calibre: 3 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 16 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva D, III+N Calibre: 16 A

1.5.8.8. Cuadro dormitorio

Protección
Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva C, II Calibre: 40 A
Interruptor diferencial Schneider 2P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva C, II Calibre: 6 A
Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva C, II Calibre: 16 A

1.6. PUESTAS A TIERRA

1.6.1. Objeto

Las puestas a tierra se establecen, principalmente, con el objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Cuando otras instrucciones técnicas prescriban como obligación la puesta a tierra de algún elemento o parte de una instalación, dichas puestas a tierra han de regirse por el contenido de la ITC-BT-18 del reglamento.

1.6.2. Definición

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductores no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo grupo de electrodos enterrados en el suelo.



Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de las instalaciones, edificios y superficies próximas del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan posibles riesgos debidos a electrolisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

1.6.3. Partes de la puesta a tierra

Según la ITC-BT-18, hay varias partes dentro de una instalación de puesta a tierra. A continuación se explican:

1.6.3.1. Electrodo

Es una masa metálica, que está en buen contacto con el terreno, para que cuando se presente una corriente de defecto, estos electrodos la puedan derivar al terreno.

Para la elaboración de los electrodos se suelen utilizar materiales como el cobre, el acero galvanizado y el hierro zincado, porque se utilizan materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno. Los electrodos pueden ser de diferentes tipos:

- Picas: tubos de acero zincado de 25 mm de diámetro o de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro, con longitudes nunca inferiores a 2 metros. Se suele utilizar el cobre, al ser el material más barato y en el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será como mínimo igual a la longitud.
- Placas: serán de cobre o hierro zincado. Suelen ser de superficie 1 m². El número de placas va en función de la resistencia a tierra y se colocan en paralelo.
- Conductores enterrados: suelen ser de cobre desnudo y de 50 mm² de sección. Se ubica en la zona perimetral del edificio y se van conectando en distintos puntos.
- Mallas metálicas: foradas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre sí y situados bajo tierra.



La sección del electrodo, en cualquiera de los casos, debe ser tal que ofrezca menor resistencia que el conductor de las líneas principales de tierra. La resistencia del electrodo depende de su forma, de sus dimensiones y de la resistividad del terreno. Por ello, en la tabla 5 de la ITC-BT-18 se recogen las fórmulas para calcular las resistencias en función del electrodo.

1.6.3.2. Línea de enlace con tierra

Está formada por los conductores que unen el electrodo, o el conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser cobre o su equivalente en otros metales.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y los electrodos de tierra, se deberá extremar el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

1.6.3.3. Punto de puesta a tierra

El punto de puesta a tierra es el punto de la línea de enlace en el cual se puede hacer la medida de la resistencia a tierra. Debe preverse sobre los conductores de tierra, y en un lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

1.6.3.4. Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2 de la ITC-BT-18 o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la norma UNE 20460-5-54.

1.6.4. El terreno

El terreno es el encargado de disipar las corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico. Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que depende de cada terreno, y que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.



La resistividad se mide en ohmios por metro (Ωm). Los cuerpos con una resistividad muy baja dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica, al contrario de los que tienen resistividad alta.

Según la MIE-RAT-13, la investigación de las características del terreno en donde se va a ubicar la puesta a tierra es un requerimiento. Como los terrenos no suelen ser uniformes en su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad promedia de los efectos de las diferentes capas que componen el terreno. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Resistividad de los materiales de la fracción sólida y resistividad de los líquidos y gases que rellenan la fracción sólida.
- Temperatura.
- Textura.
- Superficie de separación entre las fases sólida y líquida.

1.6.5. Resistencia de las tomas de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible no sea superior al valor especificado para ella en cada caso. Este valor previsible, no será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24V en local o emplazamiento conductor.
- 50V en los demás casos.

1.6.6. Elementos a conectar a la toma de tierra

Después de hacer la toma de tierra de la nave, se deberán conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra. Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, y demás.
- Guías metálicas para los aparatos elevadores.
- Instalación de pararrayos.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.



1.6.7. Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el director de obra o instalador autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno está más seco.

1.6.8. Solución adoptada

La puesta a tierra del monasterio del presente proyecto está formada por un conductor de cobre desnudo de 50mm^2 enterrado a una profundidad de 0,8m. El conductor abarca todo el perímetro del edificio y en cada uno de los vértices se han colocado picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.

El número total de picas es 9 y toda la red está unida al mallazo metálico de cimentación y al mallazo metálico de los pilares. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas, y de las conexiones al anillo de cobre desnudo.

El anillo de puesta a tierra se conectará al bornero principal de tierra del cuadro general a través de una caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra situada junto al cuadro general. Los cuadros secundarios que hay en el complejo se conectarán también al anillo mediante cable de cobre desnudo de 50mm^2 . Desde cada cuadro secundario partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Los conductores de tierra se distinguen fácilmente de los conductores activos por los colores amarillo y verde de su cubierta.

1.7. POTENCIA A COMPENSAR

En el apartado de cálculos se ha calculado la potencia reactiva consumida inicialmente por el complejo, que tiene un valor de 149655,5329VAr con un factor de potencia de 0,9264.

Como bien se indica en el apartado mencionado, el factor de potencia a alcanzar es de 0,98, por lo que la potencia reactiva que deben compensar los condensadores es de 73912,825VAr.

Con el factor de potencia que presenta la instalación en un principio, la compañía eléctrica suministradora aplicaría un recargo en la factura de energía eléctrica. Después de realizar la compensación antes mencionada, se aplicará una bonificación en



la factura, además de mejorar el nivel de prestaciones y funcionamiento de la instalación, pues disminuyen las caídas de tensión y las pérdidas por efecto Joule.

La batería de condensadores se colocará al lado del cuadro general de distribución. El equipo seleccionado es una batería de condensadores de 75 kVAr.

1.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.8.1. Introducción

En el presente proyecto, la alimentación de todos los circuitos de la instalación eléctrica se hará a partir del centro de transformación de la marca Schneider, ubicado en el sótano y con propiedad, la de la orden monacal. En él se encuentran los elementos de unión entre la red de distribución y el transformador de potencia, así como el cuadro de baja tensión del centro.

La acometida de alta tensión llegará al centro de transformación de forma subterránea y con una tensión de 13,2kV, y en él se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente. Las necesidades de la instalación eléctrica del monasterio serán cubiertas mediante un transformador de 500kVA que se alojará en el sótano del edificio.

1.8.2. Reglamentación y disposiciones oficiales

Para la elaboración del centro de transformación se han tenido en cuenta las siguientes normativas:

- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.

1.8.3. Tipos de centros de transformación

- De distribución: El centro de transformación es propiedad de la compañía suministradora. Su función es la de reducir la tensión y a este se conectan muchos consumidores de energía eléctrica. La compañía suministradora realiza su explotación y mantenimiento, y ésta se responsabiliza de su funcionamiento. Este centro forma parte de la red de distribución o red pública.



- De abonado: el centro de transformación es propiedad del cliente. Se utiliza a partir de una potencia de consumo y la energía se compra en media tensión. El cliente debe instalar su propio centro y realizar su explotación y mantenimiento. El precio de la energía en media tensión es más bajo que el de baja tensión, y a partir de ciertas potencias, resulta más favorable comprar en media tensión aun teniendo en cuenta el coste del centro de transformación y su mantenimiento, que corre todo a cargo del cliente. Este tipo proporciona independencia respecto de otros abonados de baja tensión.

1.8.4. Emplazamiento del centro de transformación

El centro de transformación está ubicado en una sala en el sótano del edificio. El acceso se hará mediante las puertas y pasillos interiores. Si por algún casual hiciera falta sacar el transformador de la sala (ha sufrido daños) se han habilitado una reja y unas guías desde las que se puede sacar al exterior.

1.8.5. Características del centro de transformación

Como ya se ha descrito, el centro de transformación se ubicará en la planta sótano del edificio. Hay una puerta que comunica toda la sala y permanecerá siempre cerrada bajo llave para evitar cualquier daño a personas ajenas al conocimiento eléctrico.

1.8.6. Instalación eléctrica

1.8.6.1. Introducción

El centro de transformación se compone de una serie de celdas unidas eléctricamente entre sí, de un transformador, de un cuadro de baja tensión y de un cuadro auxiliar.

En primer lugar habrá una celda de línea, que se utiliza para la maniobra de entrada de los cables de media tensión que forman el circuito de alimentación del centro de transformación. Después se conectará una celda de protección, que se utiliza para la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusibles. Seguidamente se conectará la celda de medida, justo antes del transformador. Para finalizar, se conectará el transformador a un cuadro de baja tensión. De este cuadro de baja tensión saldrá una línea hasta el cuadro auxiliar del centro de transformación, en el que se dará servicio a la iluminación del centro de transformación, al de emergencia y las tomas de corriente.

1.8.6.2. Características de la red de alimentación



La red de alimentación al centro de transformación se hará de forma subterránea a una tensión de 13,2kV u 50 Hz de frecuencia. La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación, dato proporcionado por la compañía suministradora de energía eléctrica, será de 500MVA.

1.8.6.3. Características de la Aparamenta de media tensión

Celdas CGMCOSMOS:

El sistema CGMCOSMOS está formado por un conjunto de celdas modulares de media tensión, con aislamiento y corte de hexafluoruro de azufre (SF₆), cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados “conjuntos de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas. Las partes de esta celda de medida serán:

- Base y frente: la altura y diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, presentan el mismo unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la Aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de la acometida. La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos de lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso de los cables y fusibles, en su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión de la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.
- Cuba: la cuba fabricada de acero inoxidable de 2mm de espesor, contiene el embarrado, los elementos de maniobra y los elementos de corte. El gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años sin necesidad de reposición del gas. Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de fases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, los cables o la aparamenta del centro de transformación.
- Interruptor seccionador-seccionador de puesta a tierra: el interruptor disponible en el sistema CGMCOSMOS tiene las tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra). La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos uno para el interruptor y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida.
- Mando: los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.
- Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P): en estas celdas de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. Se montan de forma horizontal y en compartimentos independientes por fases. El



disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

- Conexión de cables: la conexión de cables se realiza por la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.
- Enclavamientos: los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS pretenden que no se pueda cerrar simultáneamente el interruptor seccionador y el seccionador de puesta a tierra. Se podrá abrir la tapa de acceso a los cables de media tensión únicamente con el seccionador de puesta a tierra conectado.
- Condicionar el acceso a la zona de cables/portafusibles.

1.8.6.4. Características descriptivas de las celdas de media tensión

CGMCOSMOS-L. Celda de línea

La celda de línea es una celda con envolvente metálica de la marca ORMAZABAL, formada por un módulo de 24kV de tensión nominal y 400ª de corriente. Sus medidas son 365mm de ancho por 735mm de profundidad por 1740mm de altura y 100 kg de peso.

La celda CGMCOSMOS-L de interruptor seccionador, celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre y una derivación con interruptor seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables, cortar la corriente asignada seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de media tensión.

CGMCOSMOS-P. Celda de protección con fusibles

La celda de protección es una celda con envolvente metálica de la marca ORMAZABAL, formada por un módulo de 24kV de tensión nominal y 400ª de corriente. Sus medidas son 470mm de ancho por 735mm de profundidad por 1740mm de altura y 150 kg de peso.

La celda CGMCOSMOS_P de protección con fusibles esta constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

CGMCOSMOS-M. Celda de medida



La celda de medida es una celda con envolvente metálica de la marca ORMAZABAL, formada por un módulo de 24kV de tensión nominal. Sus medidas son 800mm de ancho por 1025mm de profundidad por 1740mm de altura y 165 kg de peso.

La celda CGMCOSMOS-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo normalizados en las distintas empresas suministradoras de electricidad. La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma para garantizar la no manipulación de las conexiones.

1.8.6.5. Características del transformador

El transformador a instalar en el centro de transformación será de la marca Schneider conectado con acoplamiento Dyn11. Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre sus fases a la entrada de 13,2kV y la tensión a la salida de 400V entre fases y 230V entre fases y neutro. Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia 500kVA
- Tensión primaria: 13.2/20kV
- Tensión del secundario en vacío: 400/231V
- Grupo de conexión: Dyn11
- Pérdidas en vacío: 1400W
- Pérdidas en carga: 5700W
- Impedancia de cortocircuito: 6%
-

1.8.6.6. Cuadro auxiliar del centro de transformación

El cuadro auxiliar del centro de transformación se utiliza para alimentar el alumbrado, alumbrado de emergencia y tomas de corriente que hay en el centro de transformación. Dentro de éste hay las siguientes protecciones:

Descripción
Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 25 A, Sensibilidad: 30 mA
Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A

1.8.7. Instalación de puesta a tierra



Tierra de protección

Para la elaboración de la tierra de protección se utiliza el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

Los cálculos realizados para la elección de la tierra de protección quedan indicados en el apartado de cálculos. Al final se opta por un sistema de picas en rectángulo de 5x3m.

Se conectarán a la tierra de protección las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes de los cuadros de baja tensión y demás.

Tierra de servicio

Para la elaboración de la tierra de servicio se utiliza el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

Los cálculos realizados para la elección de la tierra de servicio quedan indicados en el documento de cálculos. Al final se opta por un sistema de 4 picas en hilera separadas 3 metros entre sí.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Tierras interiores

Su misión es poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores. La tierra interior de protección se realizará con cable de cobre desnudo de 50mm², formando un anillo y al final de éste una caja de seccionamiento.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de protección y servicio estarán separadas 1m como mínimo.

Tierra del pararrayos

Se opta por instalar un pararrayos de Punta Franklin. Su función es captar los rayos que puedan caer por la zona de la nave y llevar la energía del mismo a tierra de forma segura y confiable sin afectar la nave.

Mirando en tablas de estudio de rayos mediante el método de la esfera rodante, se observa que la distancia de cebado es de 46 metros para un rayo de 10 KA. Por lo



tanto se opta por poner un pararrayos a una distancia de 46 metros del centro de transformación.

1.9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto total asciende a la cantidad de **cuatrocientos sesenta y un mil ciento ocho euros con treinta y cinco céntimos**.

Pamplona, septiembre de 2014

Claudio José Vives Galarza



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UN MONASTERIO
CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CÁLCULOS

Claudio José Vives Galarza

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, septiembre de 2014



ÍNDICE

2.1. ILUMINACIÓN	4
2.1.1. Introducción.....	4
2.1.2. Cálculo de iluminación interior del monasterio	4
2.1.3. Cálculo de iluminación exterior del monasterio.....	6
2.1.4. Cálculo de iluminación de emergencia del monasterio	6
2.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA	8
2.2.1. Introducción.....	8
2.2.2. Intensidades de línea de los cuadros auxiliares	9
2.2.2.1. Cuadro secundario 1	9
2.2.2.1. Cuadro secundario 2	10
2.2.2.1. Cuadro secundario 3	10
2.2.2.1. Cuadro secundario 4	11
2.2.2.1. Cuadro secundario 5	11
2.2.2.1. Cuadro secundario 6	12
2.2.2.1. Cuadro secundario caldera.....	13
2.2.2.1. Cuadro secundario cocina.....	13
2.2.3. Cálculo de la potencia del transformador	14
2.3. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN	14
2.3.1. Introducción.....	14
2.3.2. Acometida. Transformador, Cuadro general de distribución	15
2.3.3. Cuadro general de distribución y cuadros secundarios	16
2.3.3.1. Cuadro secundario 1	17
2.3.3.2. Cuadro secundario 2	18
2.3.3.3. Cuadro secundario 3	19
2.3.3.4. Cuadro secundario 4	20
2.3.3.5. Cuadro secundario 5	21
2.3.3.6. Cuadro secundario 6	22
2.3.3.7. Cuadro secundario cuarto de calderas	22
2.3.3.8. Cuadro secundario cocina.....	23
2.3.3.9. Cuadro general de distribución.....	24
2.3.4. Interpretación de las tablas anteriores	25
2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	26
2.4.1. Introducción.....	26
2.4.2. Procedimiento de cálculo.....	26



2.4.3. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador.	26
2.4.4. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el cuadro general de distribución	27
2.4.5. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros secundarios.....	28
2.4.5.1. Cuadro secundario 1	28
2.4.5.2. Cuadro secundario 2	29
2.4.5.3. Cuadro secundario 3	30
2.4.5.4. Cuadro secundario 4	30
2.4.5.5. Cuadro secundario 5	31
2.4.5.6. Cuadro secundario 6	33
2.4.5.7. Cuadro secundario cuarto de calderas	34
2.4.5.8. Cuadro secundario cocina.....	34
2.4.5.9. Interpretación de las tablas anteriores	36
2.5. CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	37
2.5.1. Cálculo de la batería de condensadores	37
2.5.1. Cálculo del conductor de unión a la batería de condensadores	37
2.5.1. Cálculo de la protección de la batería de condensadores	37
2.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	38
2.6.1. Investigación del terreno	38
2.6.2. Cálculo de la resistencia de tierra	38
2.6.3. Sección del cable de tierra y conductor de protección	39
2.6.4. Punto de puesta a tierra.....	39
2.7. Cálculo del centro de transformación.....	39
2.7.1Intensidad en alta tensión	39
2.7.2Intensidad en baja tensión.....	40
2.7.3Cortocircuitos	40
2.7.3.1. Introducción.....	40
2.7.3.2. Corriente de cortocircuito	40
2.7.3.3. Conexión celdas- transformador.....	41
2.7.3.4. Conexión del secundario del transformador al cuadro de baja tensión	41
2.8. INSTALACIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	42
2.8.1. Iluminación	42
2.8.2. Cuadro auxiliar de baja tensión del centro de transformación	42
2.9. CÁLCULO DE L INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	43
2.9.1. Introducción.....	43
2.9.2. Tierra de protección.....	43



2.9.3. Tierra de servicio	44
2.9.4. Resistencia de la tierra de protección	45
2.9.5. Resistencia de la tierra de servicio	46
2.9.6. Tensiones en exterior de la instalación.....	46
2.9.7. Tensiones en el interior de la instalación	46
2.9.8. Tensiones aplicadas	47
2.9.9. Tensiones transferidas al exterior	48
2.9.10. Corrección y ajuste si procede	48



2.1. ILUMINACIÓN

2.1.1. Introducción

A continuación se realizará el cálculo de las luminarias de las correspondientes dependencias de las que consta el complejo. La iluminación interior se realiza siguiendo el programa de cálculo de luminarias DiaLux4.11 que sigue un método similar al descrito en la memoria del presente proyecto

2.1.2. Cálculo de iluminación interior del monasterio

Para el cálculo de las luminarias, primero se deberá definir la iluminación en lúmenes que queremos que tenga cada uno de los locales de los que constará la nave. Para ello se ha tenido en cuenta la norma UNE 12464.1, que es la norma europea de iluminación para interiores, y el documento básico HE3, de eficiencia energética de las instalaciones de iluminación del código técnico de la edificación.

Según la norma anteriormente citada, tiene que haber un nivel mínimo de iluminancia mantenida (E_m) y un nivel máximo de índice de deslumbramiento (UGR). Los datos a cumplir en el presente proyecto son los recogidos en la siguiente tabla:

Localización	Iluminancia mantenida	UGR
Almacén	150	25
Baños	200	25
Biblioteca	500	19
Capilla	500	19
Cocina	500	19
Cripta	500	19
Despensa	200	22
Dormitorios	350	22
Enfermería	500	19
Escaleras	150	25
Lavandería	300	25
Pasillos	100	28
Refectorio	200	22
Sala capitular	500	19
Sala de recreo	100	22
Sala de trabajo	500	19
Tienda	500	19
Zona de producción	200	25

Según el código técnico de la edificación, en el documento básico ya mencionado, se tienen que cumplir unos valores máximos de eficiencia energética



(VEEI) en cada departamento del complejo. Los datos de VEEI utilizados en el presente proyecto se recogen en la siguiente tabla:

Uso	Zonas de no representación
Administrativo en general	3,5
Zonas comunes	4,5
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5

A continuación se detalla el tipo y número de luminaria utilizada y su localización en el interior. Los cálculos se han realizado con el programa DiaLux:

Estancia	Luminaria	Nº
Centro de transformación	PHILIPS TMS022 1xTL_D58W HF3+GM50 22R	6
Sala grupo electrógeno	PHILIPS TMS022 1xTL_D58W HF3+GM50 22R	6
Sala cuadro general	PHILIPS TMS022 1xTL_D58W HF3+GM50 22R	8
Sala subcuadro 1	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDLM 2000/830	15
Sala subcuadro 2	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	1
Sala subcuadro 3	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	1
Sala subcuadro 4	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	1
Sala subcuadro 5	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDLM 2000/830	12
Sala subcuadro 6	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	2
Zona de producción	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	55
Dársena de carga	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	31
Capilla	PHILIPS ST520B 1xSLED 3200/F22 25GC	124
	PHILIPS TPS740 1xTLSC60W HFP(6000)	47
Cripta	PHILIPS TPS740 1xTLSC60W HFP(6000)	13
Sacristía 1	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	9
Sacristía 2	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	21
Sacristía 3	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	5
Sacristía 4	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	27
Despensa	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	1
Cocina	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	12
Refeitorio	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	24
Biblioteca (planta baja)	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	15
Sala capitular	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	4
Locutorio 1	PHILIPS FBS120 1xPL-C/2 P26WPG	6
	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	6
Locutorio 2	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	3
	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	6
Locutorio 3	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	4
	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	6
Sala torno	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	3



Pasillo locutorios 1	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	15
Pasillo locutorios 2	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	33
Baños locutorios	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDLM 2000/830	6
Baños refectorio	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDLM 2000/830	24
Pasillo monasterio-fábrica	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	3
Escaleras	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	6
Pasillo grande fábrica	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	33
Almacén	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	13
Oficina	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	10
Tienda	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	4
Pasillo fábrica	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	13
Almacén 1	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	2
Almacén 2	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	8
Almacén 3	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	12
Dormitorio	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	8
Baño dormitorio	PHILIPS ST520B 1xSLED 3200/F22 25GC	1
Enfermería	PHILIPS BBS160 D170 1xRLDM 1100/840	16
Biblioteca (planta primera)	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	28
Tribunas capilla	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	5
Ascensor	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	2
Sala calderas	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	4
Sala recreo	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	6
	PHILIPS BBS160 D170 1xRLDM 1100/840	4
	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	3
Pasillos primera planta	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	237
Pasillos segunda planta	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	130
Lavandería	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	15

2.1.3. Cálculo de iluminación exterior del monasterio

Para la realización del cálculo de la iluminación exterior no se ha utilizado ningún programa informático. Se han colocado 18 luminarias por el perímetro del monasterio para garantizar una visibilidad suficiente durante las fases oscuras de la jornada. La luminaria elegida es: PHILIPS SRP222 SON-TPP150W SP. Su colocación se precisa en el plano de alumbrado exterior y emergencia.

Alumbrado exterior	Luminaria	Nº	Potencia por unidad (W)	Potencia total (W)
	PHILIPS SRP222 SON-TPP150W SP	18	150	2700

2.1.4. Cálculo de iluminación de emergencia del monasterio

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



El alumbrado de emergencia estará previsto para entrar en funcionamiento de forma automático cuando se produzca un fallo en el alumbrado general o cuando la tensión de éste sea inferior al 70% de su valor nominal. Así, para realizar una evacuación por las rutas marcadas, el cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media de 5lm/m^2 en todo el monasterio.

Las luminarias elegidas son luminarias autónomas no permanentes de la marca LEGRAND y de su serie C3. Se ha escogido un aparato que consume 6W.

En las zonas con gran altura, se deberán colocar a 3,5 metros con respecto al suelo y en el resto de dependencias a una altura de 2,3 metros, colocadas, principalmente, encima de los marcos de las puertas y en la pared. A continuación se detallan el número de luminarias, potencia total y localización de las mismas.

Para el cálculo de las luminarias necesarias en cada una de las dependencias, sabiendo que una luminaria aporta 315 lm, la superficie de la estancia a estudio, y el valor de iluminación necesaria se obtienen de la siguiente tabla. En dicha tabla se muestra la cantidad de luminarias por estancia necesarias.

Estancia	Luminaria	Nº
Centro de transformación	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala grupo electrógeno	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala cuadro general	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala subcuadro 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala subcuadro 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala subcuadro 3	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala subcuadro 4	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala subcuadro 5	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala subcuadro 6	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Zona de producción	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	4
Dársena de carga	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Capilla	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	19
Cripta	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	4
Sacristía 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Sacristía 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sacristía 3	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sacristía 4	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Cocina	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Refeitorio	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Biblioteca (planta baja)	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala capitular	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Locutorio 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Locutorio 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Locutorio 3	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2



Sala torno	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Pasillo locutorios 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Pasillo locutorios 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Baños locutorios	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Baños refectorio	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Pasillo monasterio-fábrica	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Escaleras	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	10
Pasillo grande fábrica	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Almacén	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Oficina	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Tienda	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Pasillo fábrica	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Almacén 1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Almacén 2	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Almacén 3	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Biblioteca (planta primera)	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	2
Ascensor	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala calderas	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Sala recreo	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Pasillos primera planta	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	11
Pasillos segunda planta	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	10
Lavandería	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	1
Total		110

2.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA

2.2.1. Introducción

En este apartado se calculará las intensidades que circulan por los diferentes circuitos para su posterior utilización en los diferentes capítulos del presente proyecto. Para el cálculo de las intensidades se utilizará el método explicado en la memoria del presente proyecto.

Para dicho cálculo se partirá por la potencia consumida por los receptores, ya sean monofásicos o trifásicos.

- Receptores monofásicos:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

- Receptores trifásicos:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$



Siendo:

- I_a : la intensidad nominal.
- P : la potencia activa consumida por el receptor.
- V : la tensión nominal.
- $\cos \varphi$: el factor de potencia del receptor.

2.2.2. Intensidades de línea de los cuadros auxiliares

2.2.2.1. Cuadro secundario 1

Receptor	Potencia	Tensión	$\cos \phi$	Corrientes	Fc	Corriente
Ascensor	19500	400	0,8	35,182282	1,3	45,7369666
Campanas	5000	400	0,92	7,84443301	1,25	9,80554126
Campanas	5000	400	0,92	7,84443301	1,25	9,80554126
Campanas	5000	400	0,92	7,84443301	1,25	9,80554126
Campanas	5000	400	0,92	7,84443301	1,25	9,80554126
Alum cripta	780	230	1	3,39130435	1,8	6,10434783
Alum pasillo cripta	825	230	1	3,58695652	1,8	6,45652174
TC cripta	1380	230	1	6	1	6
TC pasillo cripta	1035	230	1	4,5	1,8	8,1
Alum nave central grandes	480	230	1	2,08695652	1,8	3,75652174
Alum nave central focos	1024	230	1	4,45217391	1	4,45217391
Alum nave epístola grandes	480	230	1	2,08695652	1,8	3,75652174
Alum nave epístola focos	1024	230	1	4,45217391	1	4,45217391
Alum nave evangelio grandes	480	230	1	2,08695652	1,8	3,75652174
Alum nave evangelio focos	1024	230	1	4,45217391	1	4,45217391
Alum girola grandes	360	230	1	1,56521739	1,8	2,8173913
Alum girola focos	768	230	1	3,33913043	1	3,33913043
Alum presbiterio/coro	188	230	1	0,8173913	1,8	1,47130435
Alum capillas evangelio	480	230	1	2,08695652	1,8	3,75652174
Alum capillas epístola	480	230	1	2,08695652	1,8	3,75652174
Alum subcuadro 1	435	230	1	1,89130435	1	1,89130435
Alum sacristía 1	1494	230	1	6,49565217	1,8	11,6921739
Alum sacristía 2	3486	230	1	15,1565217	1,8	27,2817391
Alum sacristía 3	830	230	1	3,60869565	1,8	6,49565217
Alum sacristía 4	4482	230	1	19,4869565	1,8	35,0765217
Alum ascensores	104	230	1	0,45217391	1	0,45217391
Alum exterior	900	1	1	1,29903811	1,8	2,33826859
Alum exterior	900	1	1	1,29903811	1,8	2,33826859
Alum exterior	900	1	1	1,29903811	1,8	2,33826859
TC 1	1552,5	230	1	6,75	1	6,75
TC 2	1897,5	230	1	8,25	1	8,25

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



TC 3	1897,5	230	1	8,25	1	8,25
TC 4	2070	230	1	9	1	9
TC 1	1380	230	1	6	1	6
TC 2	1725	230	1	7,5	1	7,5

2.2.2.1. Cuadro secundario 2

Receptor	Potencia	Tensión	cosφ	Corrientes	Fc	Corriente
Alumbrado biblioteca	2490	230	1	10,82608696	1,8	19,48695652
Alumbrado sala capitular	664	230	1	2,886956522	1,8	5,196521739
Alumbrado baños	696	230	1	3,026086957	1,8	5,446956522
Alumb. pasillo peq.	39	230	1	0,169565217	1	0,169565217
Alumb. Pasillo grande	429	230	1	1,865217391	1	1,865217391
Alumbrado refectorio	3984	230	1	17,32173913	1,8	31,17913043
Alumbrado cuarto subcuadro 2	25	230	1	0,108695652	1	0,108695652
Alumbrado de emergencia	54	230	1	0,234782609	1	0,234782609
Motor fuente ornamental	700	230	0,95	3,203661327	1,25	4,004576659
Tomas de corriente refectorio	2415	230	1	10,5	1	10,5
TC biblioteca/sala capitular	2070	230	1	9	1	9
Tomas de corriente baños	5520	230	1	24	1,8	43,2

2.2.2.1. Cuadro secundario 3

Receptor	Potencia	Tensión	cosφ	Corrientes	Fc	Corriente
Tomas de corriente	5750	400	1	8,29941012	1	8,29941012
Tomas de corriente	5750	400	1	8,29941012	1	8,29941012
Tomas de corriente	5750	400	1	8,29941012	1	8,29941012
Tomas de corriente	5750	400	1	8,29941012	1	8,29941012
Alumbrado fábrica 1	375	230	1	1,630434783	1,8	2,934782609
Alumbrado fábrica 2	400	230	1	1,739130435	1,8	3,130434783
Alumbrado subcuadro 3	25	230	1	0,108695652	1,8	0,195652174
Alumbrado pasillo	169	230	1	0,734782609	1	0,734782609
Alumbrado oficina	1660	230	1	7,217391304	1,8	12,99130435
Alumbrado tienda	664	230	1	2,886956522	1,8	5,196521739
Alumbrado almacén	325	230	1	1,413043478	1,8	2,543478261
Alumbrado de emergencia	54	230	1	0,234782609	1	0,234782609
Tomas de corriente fábrica	690	230	1	3	1	3
Tomas de corriente almacén	1035	230	1	4,5	1	4,5
Tomas de corriente oficina	2242,5	230	1	9,75	1	9,75
Tomas de corriente tienda	690	230	1	3	1	3

**2.2.2.1. Cuadro secundario 4**

Receptor	Potencia	Tensión	$\cos\phi$	Corrientes	Fc	Corriente
Fermentador	5200	400	0,9	8,33950389	1,25	10,4243799
Fermentador	5200	400	0,9	8,33950389	1,25	10,4243799
Secador rotatorio	18500	400	0,74	36,0843918	1,25	45,1054898
Seleccionadora	1200	400	0,82	2,11225708	1,25	2,64032135
Tostadora/aireadora	4300	400	0,9	6,89612822	1,25	8,62016027
Trilladora	1300	400	0,9	2,08487597	1,25	2,60609497
Molino de martillo	10000	400	0,85	16,9808903	1,25	21,2261128
Unidad CHOCOEASY	21000	400	0,85	35,6598696	1,25	44,574837
Prensa hidráulica	11000	400	0,87	18,2495775	1,25	22,8119718
Atemperadora	2500	400	0,79	4,56764453	1,25	5,70955567
Bañadora de chocolate	1500	400	0,82	2,64032135	1,25	3,30040169
Grajeadora	400	400	0,9	0,6415003	1,25	0,80187537
Dosificadora neumática	1500	400	0,8	2,70632939	1,25	3,38291173
Tunel de enfriamiento	14700	400	0,74	28,6724627	1,25	35,8405784
Cuarto frigorífico	6700	400	0,76	12,7244961	1,25	15,9056201
Alum zona de producción 1	375	230	1	1,63043478	1,8	2,93478261
Alum zona de producción 2	450	230	1	1,95652174	1,8	3,52173913
Alum zona de producción 3	550	230	1	2,39130435	1,8	4,30434783
Alumbrado subcuadro 4	25	230	1	0,10869565	1,8	0,19565217
Alumbrado cuarto frigorífico	169	230	1	0,73478261	1,8	1,3226087
Alumbrado almacén 1	1660	230	1	7,2173913	1,8	12,9913043
Alumbrado almacén 2	664	230	1	2,88695652	1,8	5,19652174
Alumbrado de emergencia	54	230	1	0,23478261	1	0,23478261
Tomas de corriente fábrica	1035	230	1	4,5	1	4,5
Tomas de corriente almacenes	1035	230	1	4,5	1	4,5
Bomba	300	230	0,95	1,37299771	1,25	1,71624714
Bomba	300	230	0,95	1,37299771	1,25	1,71624714
Bomba	300	230	0,95	1,37299771	1,25	1,71624714

2.2.2.1. Cuadro secundario 5

Receptor	Potencia	Tensión	$\cos\phi$	Corrientes	Fc	Corriente
Alumbrado pasillo 1	390	230	1	1,69565217	1	1,69565217
Alumbrado pasillo 2	403	230	1	1,75217391	1	1,75217391
Alumbrado pasillo 3	481	230	1	2,09130435	1	2,09130435
Alumbrado pasillo 4	390	230	1	1,69565217	1	1,69565217
Alumbrado pasillo 5	390	230	1	1,69565217	1	1,69565217
Alumbrado pasillo 6	754	230	1	3,27826087	1	3,27826087

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



Alumbrado escaleras 1	78	230	1	0,33913043	1	0,33913043
Alumbrado escaleras 2	78	230	1	0,33913043	1	0,33913043
Alumbrado escaleras 3	78	230	1	0,33913043	1	0,33913043
Alumbrado sala de estar	1151	230	1	5,00434783	1	5,00434783
Alumbrado biblioteca	4648	230	1	20,2086957	1,8	36,3756522
Alumbrado tribunas	130	230	1	0,56521739	1	0,56521739
Alumbrado subcuadro 5	156	230	1	0,67826087	1	0,67826087
Alumbrado de emergencia	78	230	1	0,33913043	1	0,33913043
Enfermería	2160	230	1	9,39130435	1	9,39130435
Dormitorio 1	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 2	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 3	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 4	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 5	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 6	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 7	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 8	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 9	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 10	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 11	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 12	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 13	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 14	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 15	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 16	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 17	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 18	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 19	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 20	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 21	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 22	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 23	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Tomas de corriente biblioteca	1035	230	1	4,5	1	4,5
TC sala de estar	1035	230	1	4,5	1	4,5
Tomas de corriente pasillo 1	2070	230	1	9	1	9
Tomas de corriente pasillo 2	1207,5	230	1	5,25	1	5,25
Tomas de corriente pasillo 3	2070	230	1	9	1	9

2.2.2.1. Cuadro secundario 6

Receptor	Potencia	Tensión	$\cos\phi$	Corrientes	Fc	Corriente
----------	----------	---------	------------	------------	----	-----------

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



Alumbrado pasillo 1	286	230	1	1,24347826	1	1,24347826
Alumbrado pasillo 2	429	230	1	1,86521739	1	1,86521739
Alumbrado pasillo 3	455	230	1	1,97826087	1	1,97826087
Alumbrado pasillo 4	69	230	1	0,3	1	0,3
Alumbrado lavandería	375	230	1	1,63043478	1,8	2,93478261
Alumbrado subcuadro 6	50	230	1	0,2173913	1,8	0,39130435
Alumbrado de emergencia	48	230	1	0,20869565	1	0,20869565
Dormitorio 1	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 2	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 3	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 4	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 5	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 6	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 7	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 8	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 9	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 10	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 11	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 12	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 13	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 14	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 15	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 16	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 17	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 18	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Dormitorio 19	1516	230	1	6,59130435	1	6,59130435
Tomas de corriente lavandería	1035	230	1	4,5	1	4,5
Tomas de corriente pasillo 1	2070	230	1	9	1	9
Tomas de corriente pasillo 2	1207,5	230	1	5,25	1	5,25
Tomas de corriente pasillo 3	2070	230	1	9	1	9

2.2.2.1. Cuadro secundario caldera

Receptor	Potencia	Tensión	$\cos\phi$	Corrientes	Fc	Corriente
Tomas de corriente	5750	400	1	8,29941012	1	8,29941012
Alumbrado	100	230	1	0,43478261	1,8	0,7826087
Alumbrado emergencia	6	230	1	0,02608696	1	0,02608696
Tomas de corriente 1	5750	230	1	25	1	25
Tomas de corriente	5750	400	1	8,29941012	1	8,29941012

2.2.2.1. Cuadro secundario cocina

Documento: Cálculos

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



Receptor	Potencia	Tensión	cosφ	Corrientes	Fc	Corriente
Alumbrado locutorio 1	234	230	1	1,0173913	1,8	1,83130435
Alumbrado locutorio 2	3066	230	1	13,3304348	1,8	23,9947826
Alumbrado locutorio 3	3066	230	1	13,3304348	1,8	23,9947826
Alumbrado torno	1035	230	1	4,5	1,8	8,1
Alumbrado pasillo locutorios 1	195	230	1	0,84782609	1	0,84782609
Alumbrado pasillo locutorios 2	3313	230	1	14,4043478	1	14,4043478
Alumbrado despensa	166	230	1	0,72173913	1,8	1,29913043
Alumbrado cocina	1992	230	1	8,66086957	1,8	15,5895652
Alumbrado baños	480	230	1	2,08695652	1,8	3,75652174
Alumbrado emergencia	78	230	1	0,33913043	1	0,33913043
Tomas de corriente locutorios	2760	230	1	12	1	12
Tomas de corriente pasillo 1	690	230	1	3	1	3
Tomas de corriente pasillo 2	1725	230	1	7,5	1	7,5
Tomas de corriente cocina 1	4140	230	1	18	1	18
Tomas de corriente cocina 2	4050	230	1	17,6086957	1	17,6086957
Tomas de corriente cocina 3	4050	230	1	17,6086957	1	17,6086957
Tomas de corriente cocina 4	4050	230	1	17,6086957	1	17,6086957

2.2.3. Cálculo de la potencia del transformador

Una vez que la potencia total y la corriente total demandada son conocidas, se procederá a la elección del transformador. Se ha observado que para estas necesidades de consumo, el transformador adecuado es uno con una potencia de 500 kVA. De esa forma, la corriente que proporciona es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 721,6878 \text{ A}$$

2.3. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

2.3.1. Introducción

Una vez conocidas las intensidades que demanda cada receptor de la instalación y la que circula por cada línea, se procederá al cálculo de los distintos conductores mediante el criterio térmico y de caída de tensión, descritos en la memoria de este proyecto.



Para el criterio térmico habrá que tener en cuenta el factor de corrección que depende del tipo de canalización y el número de conductores en ella ubicados. Una vez hallado el valor de corriente, habrá que elegir la sección que sea necesaria según se estipula en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Para el criterio de caída de tensión se tendrán en cuenta las caídas de tensión máximas admisibles, siendo del 4,5% para los receptores de alumbrado y del 6,5% para los demás receptores. La sección se calculará como se indica en la memoria de este proyecto, según sea su distribución trifásica o monofásica.

2.3.2. Acometida. Transformador, Cuadro general de distribución

Esta línea es la que une el cuadro de baja tensión del centro de transformación con el cuadro general de distribución de la fábrica. Quedará diseñada como si se requiriera un funcionamiento del 100% del transformador, por lo que, deberá proporcionar una corriente de 721,6878 A.

La acometida tiene una longitud de 9 metros y discurre por una zanja de 0,7 metros de profundidad y 0,4 metros de anchura. Se designan 3 conductores por fase, por lo que cada conductor llevará un tercio de la corriente total. Como se instalarán dos ternas de conductores unipolares dispuestos en trébol, se deberá aplicar un factor de corrección de 0,80.

$$I' = \frac{I}{F_c} = \frac{721,6878}{0,80} = 902,1098A$$

De acuerdo con lo estipulado en la ITC-BT-07 del reglamento, en su tabla 5, se designan por fase 3 conductores unipolares de 95 mm², de cobre y con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Estos tienen una intensidad admisible de 335 amperios, siendo la intensidad admisible por fase 1005 A. la distribución de la corriente desde el centro de transformación hasta el cuadro general de distribución se hará mediante nueve conductores unipolares de 95 mm² de sección y el conductor de neutro de 50 mm², de cobre y con aislamiento de polietileno reticulado. El diámetro del tubo de la acometida será de 140 mm como mínimo, de acuerdo con la tabla 9 de la ITC-BT-21. El tubo será liso por el interior, corrugado por el exterior y de color rojo. Así, el diámetro del tubo elegido será de 140 mm.

Para el cálculo de la caída de tensión en la acometida habrá que resolver la fórmula que se muestra a continuación:

$$u = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \phi}{S \times C} = \frac{\sqrt{3} \times 9 \times 721,6878 \times 0,9264}{3 \times 95 \times 56} = 0,653V$$

La caída de tensión, en porcentaje, es del 0,1633%.



2.3.3. Cuadro general de distribución y cuadros secundarios

La distribución de los conductores entre el cuadro general de distribución y los cuadros secundarios se realizará mediante tubos empotrados en paredes y techos.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación (cuadro de baja tensión del centro de transformación) y cualquier punto de utilización. La caída de tensión no deberá ser superior al 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación (para circuitos de alumbrado) y del 6,5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

2.3.3.1. Cuadro secundario 1

Receptor	Potencia	Tensión	u%	cosφ	Longitud	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm2	Canalización mm
Ascensor	19500	400	10	0,8	28	35,1823	1,3	45,737	10	32
Campanas	5000	400	10	0,92	52	7,84443	1,25	9,80554	2,5	16
Campanas	5000	400	10	0,92	52	7,84443	1,25	9,80554	2,5	16
Campanas	5000	400	10	0,92	52	7,84443	1,25	9,80554	2,5	16
Campanas	5000	400	10	0,92	52	7,84443	1,25	9,80554	2,5	16
Alumbrado cripta	780	230	5,75	1	32	3,3913	1,8	6,10435	1,5	16
Alumbrado pasillo cripta	825	230	5,75	1	12	3,58696	1,8	6,45652	1,5	16
Tomas de corriente cripta	1380	230	5,75	1	12	6	1	6	2,5	16
Tomas de corriente pasillo cripta	1035	230	5,75	1	32	4,5	1,8	8,1	2,5	16
Alumbrado nave central grandes	480	230	5,75	1	62	2,08696	1,8	3,75652	1,5	16
Alumbrado nave central focos	1024	230	5,75	1	62	4,45217	1	4,45217	2,5	16
Alumbrado nave epístola grandes	480	230	5,75	1	71	2,08696	1,8	3,75652	1,5	16
Alumbrado nave epístola focos	1024	230	5,75	1	71	4,45217	1	4,45217	2,5	16
Alumbrado nave evangelio grandes	480	230	5,75	1	36	2,08696	1,8	3,75652	1,5	16
Alumbrado nave evangelio focos	1024	230	5,75	1	36	4,45217	1	4,45217	1,5	16
Alumbrado girola grandes	360	230	5,75	1	30	1,56522	1,8	2,81739	1,5	16
Alumbrado girola focos	768	230	5,75	1	30	3,33913	1	3,33913	1,5	16
Alumbrado presbiterio/coro	188	230	5,75	1	20	0,81739	1,8	1,4713	1,5	16
Alumbrado capillas evangelio	480	230	5,75	1	36	2,08696	1,8	3,75652	1,5	16
Alumbrado capillas epístola	480	230	5,75	1	73	2,08696	1,8	3,75652	1,5	16
Alumbrado subcuadro 1	435	230	5,75	1	5	1,8913	1	1,8913	1,5	16



Alumbrado sacristía 1	1494	230	5,75	1	25	6,49565	1,8	11,6922	1,5	16
Alumbrado sacristía 2	3486	230	5,75	1	12	15,1565	1,8	27,2817	2,5	16
Alumbrado sacristía 3	830	230	5,75	1	9	3,6087	1,8	6,49565	1,5	16
Alumbrado sacristía 4	4482	230	5,75	1	25	19,487	1,8	35,0765	4	20
Alumbrado ascensores	104	230	5,75	1	53	0,45217	1	0,45217	1,5	16
Alumbrado exterior	900	1	400	10	140	1,29904	1,8	2,33827	1,5	16
Alumbrado exterior	900	1	400	10	230	1,29904	1,8	2,33827	1,5	16
Alumbrado exterior	900	1	400	10	130	1,29904	1,8	2,33827	1,5	16
Alumbrado emergencia	90	230	5,75	1	160	0,3913	1	0,3913	1,5	16
Tomas de corriente 1	1552,5	230	5,75	1	36	6,75	1	6,75	2,5	16
Tomas de corriente 2	1897,5	230	5,75	1	62	8,25	1	8,25	4	20
Tomas de corriente 3	1897,5	230	5,75	1	71	8,25	1	8,25	4	20
Tomas de corriente 4	2070	230	5,75	1	69	9	1	9	4	20
Tomas de corriente sacristía 1	1380	230	5,75	1	32	6	1	6	2,5	16
Tomas de corriente sacristía 2	1725	230	5,75	1	41	7,5	1	7,5	2,5	16

2.3.3.2. Cuadro secundario 2

Receptor	Potencia	Tensión	u%	cosφ	Longitud	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm ²	Canalización mm
Alumbrado biblioteca	2490	230	5,75	1	34	10,8261	1,8	19,487	2,5	16
Alumbrado sala capitular	664	230	5,75	1	5	2,88696	1,8	5,19652	1,5	16
Alumbrado baños	696	230	5,75	1	26	3,02609	1,8	5,44696	1,5	16
Alumb. pasillo peq. monasterio-fábrica	39	230	5,75	1	12	0,16957	1	0,16957	1,5	16
Alumb. Pasillo grande monasterio-fábrica	429	230	5,75	1	34	1,86522	1	1,86522	1,5	16
Alumbrado refectorio	3984	230	5,75	1	34	17,3217	1,8	31,1791	4	20
Alumbrado cuarto subcuadro 2	25	230	5,75	1	2	0,1087	1	0,1087	1,5	16
Alumbrado de emergencia	54	230	5,75	1	38	0,23478	1	0,23478	1,5	16



Motor fuente ornamental	700	230	5,75	0,95	34	3,20366	1,25	4,00458	2,5	16
Tomas de corriente refectorio	2415	230	5,75	1	34	10,5	1	10,5	2,5	16
Tomas de corriente biblioteca/sala capitular	2070	230	5,75	1	30	9	1	9	2,5	16
Tomas de corriente baños	5520	230	5,75	1	26	24	1,8	43,2	4	20

2.3.3.3. Cuadro secundario 3

Receptor	Potencia	Tensión	u%	cosφ	Longitud	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm ²	Canalización mm
Tomas de corriente	5750	400	10	1	16	8,29941	1	8,29941	2,5	16
Tomas de corriente	5750	400	10	1	27	8,29941	1	8,29941	2,5	16
Tomas de corriente	5750	400	10	1	34	8,29941	1	8,29941	2,5	16
Tomas de corriente	5750	400	10	1	42	8,29941	1	8,29941	2,5	16
Alumbrado fábrica 1	375	230	5,75	1	5	1,63043	1,8	2,93478	1,5	16
Alumbrado fábrica 2	400	230	5,75	1	11	1,73913	1,8	3,13043	1,5	16
Alumbrado subcuadro 3	25	230	5,75	1	3	0,1087	1,8	0,19565	1,5	16
Alumbrado pasillo	169	230	5,75	1	52	0,73478	1	0,73478	1,5	16
Alumbrado oficina	1660	230	5,75	1	80	7,21739	1,8	12,9913	4	20
Alumbrado tienda	664	230	5,75	1	71	2,88696	1,8	5,19652	1,5	16
Alumbrado almacén	325	230	5,75	1	22	1,41304	1,8	2,54348	1,5	16
Alumbrado de emergencia	54	230	5,75	1	120	0,23478	1	0,23478	1,5	16
Tomas de corriente fábrica	690	230	5,75	1	23	3	1	3	2,5	16
Tomas de corriente almacén	1035	230	5,75	1	32	4,5	1	4,5	2,5	16
Tomas de corriente oficina	2242,5	230	5,75	1	80	9,75	1	9,75	6	20
Tomas de corriente tienda	690	230	5,75	1	71	3	1	3	2,5	16



2.3.3.4. Cuadro secundario 4

Receptor	Potencia	Tensión	u%	cosφ	Longitud	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm ²	Canalización mm
Fermentador	5200	400	10	0,9	19	8,3395	1,25	10,4244	2,5	16
Fermentador	5200	400	10	0,9	23	8,3395	1,25	10,4244	2,5	16
Secador rotatorio	18500	400	10	0,74	17	36,0844	1,25	45,1055	10	32
Seleccionadora	1200	400	10	0,82	13	2,11226	1,25	2,64032	2,5	16
Tostadora/aireadora	4300	400	10	0,9	12	6,89613	1,25	8,62016	2,5	16
Trilladora	1300	400	10	0,9	9	2,08488	1,25	2,60609	2,5	16
Molino de martillo	10000	400	10	0,85	10	16,9809	1,25	21,2261	4	20
Unidad CHOCOEASY	21000	400	10	0,85	13	35,6599	1,25	44,5748	10	32
Prensa hidráulica	11000	400	10	0,87	16	18,2496	1,25	22,812	4	20
Atemperadora	2500	400	10	0,79	17	4,56764	1,25	5,70956	2,5	16
Bañadora de chocolate	1500	400	10	0,82	19	2,64032	1,25	3,3004	2,5	16
Grajeadora	400	400	10	0,9	23	0,6415	1,25	0,80188	2,5	16
Dosificadora neumática	1500	400	10	0,8	26	2,70633	1,25	3,38291	2,5	16
Túnel de enfriamiento	14700	400	10	0,74	31	28,6725	1,25	35,8406	10	32
Cuarto frigorífico	6700	400	10	0,76	4	12,7245	1,25	15,9056	2,5	16
Alumbrado zona de producción 1	375	230	5,75	1	5	1,63043	1,8	2,93478	1,5	16
Alumbrado zona de producción 2	450	230	5,75	1	5	1,95652	1,8	3,52174	2,5	16
Alumbrado zona de producción 3	550	230	5,75	1	11	2,3913	1,8	4,30435	1,5	16
Alumbrado subcuadro 4	25	230	5,75	1	3	0,1087	1,8	0,19565	1,5	16
Alumbrado cuarto frigorífico	169	230	5,75	1	52	0,73478	1,8	1,32261	1,5	16
Alumbrado almacén 1	1660	230	5,75	1	80	7,21739	1,8	12,9913	4	20
Alumbrado almacén 2	664	230	5,75	1	71	2,88696	1,8	5,19652	1,5	16
Alumbrado de emergencia	54	230	5,75	1	120	0,23478	1	0,23478	1,5	16
Tomas de corriente fábrica	1035	230	5,75	1	19	4,5	1	4,5	2,5	16
Tomas de corriente almacenes	1035	230	5,75	1	21	4,5	1	4,5	2,5	16
Bomba	300	230	5,75	0,95	12	1,373	1,25	1,71625	2,5	16



Bomba	300	230	5,75	0,95	11	1,373	1,25	1,71625	2,5	16
Bomba	300	230	5,75	0,95	16	1,373	1,25	1,71625	2,5	16

2.3.3.5. Cuadro secundario 5

Receptor	Potencia	Tensión	u%	cosφ	Longitud	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm ²	Canalización mm
Alumbrado pasillo 1	390	230	5,75	1	6	1,69565	1	1,69565	1,5	16
Alumbrado pasillo 2	403	230	5,75	1	9	1,75217	1	1,75217	1,5	16
Alumbrado pasillo 3	481	230	5,75	1	18	2,0913	1	2,0913	1,5	16
Alumbrado pasillo 4	390	230	5,75	1	40	1,69565	1	1,69565	1,5	16
Alumbrado pasillo 5	390	230	5,75	1	52	1,69565	1	1,69565	1,5	16
Alumbrado pasillo 6	754	230	5,75	1	70	3,27826	1	3,27826	1,5	16
Alumbrado escaleras 1	78	230	5,75	1	31	0,33913	1	0,33913	1,5	16
Alumbrado escaleras 2	78	230	5,75	1	52	0,33913	1	0,33913	1,5	16
Alumbrado escaleras 3	78	230	5,75	1	60	0,33913	1	0,33913	1,5	16
Alumbrado sala de estar	1151	230	5,75	1	90	5,00435	1	5,00435	4	20
Alumbrado biblioteca	4648	230	5,75	1	48	20,2087	1,8	36,3757	6	20
Alumbrado tribunas	130	230	5,75	1	30	0,56522	1	0,56522	1,5	16
Alumbrado subcuadro 5	156	230	5,75	1	4	0,67826	1	0,67826	1,5	16
Alumbrado de emergencia	78	230	5,75	1	180	0,33913	1	0,33913	1,5	16
Dormitorio 1,2,3,4,5,6,7,Enfermería	12128	400	10	1	40	17,5053	1	17,5053	4	20
Dormitorio 8,9,10,11,12,13,14,15	12128	400	10	1	74	17,5053	1	17,5053	6	20
Dormitorio 16,17,18,19,20,21,22,23	12128	400	10	1	112	17,5053	1	17,5053	10	32
Tomas de corriente biblioteca	1035	230	5,75	1	100	4,5	1	4,5	4	20
Tomas de corriente sala de estar	1035	230	5,75	1	60	4,5	1	4,5	4	20
Tomas de corriente pasillo 1	2070	230	5,75	1	33	9	1	9	4	20
Tomas de corriente pasillo 2	1207,5	230	5,75	1	70	5,25	1	5,25	4	20

**2.3.3.6. Cuadro secundario 6**

Receptor	Potencia	Tensión	u%	cosφ	Longitud	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm ²	Canalización mm
Alumbrado pasillo 1	286	230	5,75	1	8	1,24348	1	1,24348	1,5	16
Alumbrado pasillo 2	429	230	5,75	1	17	1,86522	1	1,86522	1,5	16
Alumbrado pasillo 3	455	230	5,75	1	29	1,97826	1	1,97826	1,5	16
Alumbrado pasillo 4	69	230	5,75	1	47	0,3	1	0,3	1,5	16
Alumbrado lavandería	375	230	5,75	1	67	1,63043	1,8	2,93478	1,5	16
Alumbrado subcuadro 6	50	230	5,75	1	4	0,21739	1,8	0,3913	1,5	16
Alumbrado de emergencia	48	230	5,75	1	140	0,2087	1	0,2087	1,5	16
Dormitorio 1,2,3,4,5,6,7,8	12128	400	10	1	47	17,5053	1	17,5053	6	20
Dormitorio 9,10,11,12,13,14,15,16	12128	400	10	1	80	17,5053	1	17,5053	10	32
Dormitorios 17,18,189	4548	400	10	1	95	6,56447	1	6,56447	2,5	16
Tomas de corriente lavandería	1035	230	5,75	1	60	4,5	1	4,5	1,5	16
Tomas de corriente pasillo 1	2070	230	5,75	1	20	9	1	9	1,5	16
Tomas de corriente pasillo 2	1207,5	230	5,75	1	42	5,25	1	5,25	1,5	16
Tomas de corriente pasillo 3	2070	230	5,75	1	74	9	1	9	1,5	16

2.3.3.7. Cuadro secundario cuarto de calderas

Receptor	Potencia	Tensión	u%	cosφ	Longitud	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm ²	Canalización mm
Tomas de corriente	5750	400	10	1	15	8,29941	1	8,29941	2,5	16
Alumbrado	100	230	5,75	1	4	0,43478	1,8	0,78261	1,5	16
Alumbrado emergencia	6	230	5,75	1	3	0,02609	1	0,02609	1,5	16
Tomas de corriente 1	5750	230	5,75	1	8	25	1	25	6	20



2.3.3.8. Cuadro secundario cocina

Receptor	Potencia	Tensión	u%	cosφ	Longitud	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm ²	Canalización mm
Alumbrado locutorio 1	234	230	5,75	1	32	1,01739	1,8	1,8313	1,5	16
Alumbrado locutorio 2	3066	230	5,75	1	26	13,3304	1,8	23,9948	2,5	16
Alumbrado locutorio 3	3066	230	5,75	1	18	13,3304	1,8	23,9948	2,5	16
Alumbrado torno	1035	230	5,75	1	32	4,5	1,8	8,1	1,5	16
Alumbrado pasillo locutorios 1	195	230	5,75	1	32	0,84783	1	0,84783	1,5	16
Alumbrado pasillo locutorios 2	3313	230	5,75	1	32	14,4043	1	14,4043	2,5	16
Alumbrado despensa	166	230	5,75	1	6	0,72174	1,8	1,29913	1,5	16
Alumbrado cocina	1992	230	5,75	1	12	8,66087	1,8	15,5896	1,5	16
Alumbrado baños	480	230	5,75	1	15	2,08696	1,8	3,75652	1,5	16
Alumbrado emergencia	78	230	5,75	1	67	0,33913	1	0,33913	1,5	16
Tomas de corriente locutorios	2760	230	5,75	1	45	12	1	12	4	20
Tomas de corriente pasillo 1	690	230	5,75	1	19	3	1	3	2,5	16
Tomas de corriente pasillo 2	1725	230	5,75	1	27	7,5	1	7,5	2,5	16
Tomas de corriente cocina 1	4140	230	5,75	1	23	18	1	18	4	20
Tomas de corriente cocina 2	4050	230	5,75	1	12	17,6087	1	17,6087	4	20
Tomas de corriente cocina 3	4050	230	5,75	1	13	17,6087	1	17,6087	4	20
Tomas de corriente cocina 4	4050	230	5,75	1	17	17,6087	1	17,6087	4	20



2.3.3.9. Cuadro general de distribución

Cuadro	Potencia	Tensión	u%	cosφ	Longitud	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm ²	Canalización mm
Cuadro secundario 1	78635,63	230	5,75	0,947	14	361,029	0,8	451,286	50	50
Cuadro secundario 2	19122,842	230	5,75	0,998	70	83,3094	0,8	66,6475	6	16
Cuadro secundario 3	31329,5	230	5,75	1	49	136,215	0,8	108,972	16	32
Cuadro secundario 4	136313,75	230	5,75	0,821	105	721,886	0,8	577,509	120	75
Cuadro secundario 5	53650,5	230	5,75	1	19	233,263	0,8	186,61	25	40
Cuadro secundario 6	36898,5	230	5,75	1	54	160,428	0,8	128,343	16	32
cuadro secundario calderas	35090	230	5,75	1	93	152,565	0,8	122,052	16	32
cuadro secundario cocina	11606	230	5,75	1	43	50,4609	0,8	40,3687	4	16

2.3.4. Interpretación de las tablas anteriores

A continuación se explican las columnas de las tablas anteriores de los cuadros secundarios y general de distribución:

- Receptor: línea eléctrica a la que hace referencia.
- Corriente: intensidad nominal de la línea.
- Fc: factor de corrección.
- Cos φ : factor de potencia.
- Corriente: intensidad resultante al multiplicar la I_n por un factor de corrección.
- L: longitud.
- u: caída de tensión en la línea en V
- Canalización: diámetro exterior mínimo del tubo que aloja a los cables y se calcula en función del número de cables y su sección.



2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.4.1. Introducción

El cálculo de las intensidades de cortocircuito tiene como objetivo hallar el poder de corte de los distintos magnetotérmicos de la instalación en los puntos considerados. Estos puntos serán las entradas a cada cuadro de distribución y los diferentes magnetotérmicos existentes dentro de cada cuadro.

El poder de corte deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito máxima (I_{ccmax}).

2.4.2. Procedimiento de cálculo

El método de cálculo empleado para hallar las intensidades de cortocircuito es el método de las impedancias descrito en la memoria del presente proyecto.

2.4.3. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador

Para poder hallar la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador, se debe conocer la impedancia aguas arriba de éste. Para ello en primer lugar hace falta saber la potencia de cortocircuito de la red de media tensión que la determina la compañía suministradora, que en este caso es Iberdrola, y ésta tiene un valor de 500 MVA.

Para el cálculo de la impedancia de la red de media tensión, se desprecia su valor resistivo y se considera solo su reactancia.

$$Z_{AAT} = \frac{V^2}{S_{CC}} = \frac{13200^2}{500 \times 10^6} = 0,3485\Omega j$$

Siendo:

- Z_{AAT} : impedancia de la red de media tensión.
- S_{CC} : potencia de cortocircuito de la red de media tensión.
- V : Tensión compuesta primaria.

Como el valor está referido al primario del transformador, habrá que pasar este valor al lado de baja tensión, resultando de $321 \times 10^{-6}j$.

En segundo lugar, se calcula la impedancia del transformador. Esta se considera prácticamente inductiva, despreciándose su resistencia:

$$Z_T = V_{CC} \times \frac{V^2}{S} = 0,06 \times \frac{400^2}{500 \times 10^3} = 0,0192j$$



Siendo:

- Z_T : impedancia del transformador.
- V_{cc} : tensión de cortocircuito en %.
- S : potencia aparente del transformador

Así pues, la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador resultará de la siguiente forma:

$$Z_T = X_T = 321 \times 10^{-6}j + 0,0192j = 19,521j \text{ m}\Omega.$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_T} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 19,521 \times 10^{-3}} = 11,8303 \text{ kA}$$

Siendo:

- Z_T : impedancia total por fase.
- I_{cc} : corriente de cortocircuito eficaz.
- U_s : tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

2.4.4. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el cuadro general de distribución

De forma análoga a la realizada en el anterior apartado, calculando la intensidad de cortocircuito del transformador, se seguirán esas fórmulas, salvo por que habrá que tener en cuenta el componente lineal que aporta la acometida.

$$R_{AC} = \rho \times \frac{L}{S} = 0,01724 \times \frac{9}{285} = 5,444 \times 10^{-4} \Omega$$

Siendo:

- R_{AC} : resistencia de la acometida por fase.
- ρ : resistividad del conductor.
- L : longitud de la línea.
- S : sección de la fase.

La impedancia de los automatismos se considera inductiva, tomando un valor de $0,15 \text{ m}\Omega j$ por cada automatismo.

Sustituyendo en las fórmulas anteriores, se obtiene un valor de corriente de cortocircuito de 19581 A, por lo que el poder de corte de las protecciones del cuadro general de distribución será de 20 kA.

2.4.5. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros secundarios

2.4.5.1. Cuadro secundario 1

Receptor	XA	XT	XAUT	RAC	RL	Zt	Iccmax	PdC
Ascensor	0,000321	0,0192	0,0011	0,0008	0,00483	0,02133	18752	20000
Campanas	0,000321	0,0192	0,0011	0,0008	0,00483	0,02133	18752	20000
Campanas	0,000321	0,0192	0,0011	0,0008	0,00483	0,02133	18752	20000
Campanas	0,000321	0,0192	0,0011	0,0008	0,00483	0,02133	18752	20000
Campanas	0,000321	0,0192	0,0011	0,0008	0,00483	0,02133	18752	20000
Alumbrado cripta	0,000321	0,0192	0,0009	0,0008	0,00483	0,02119	10856	16000
Alumbrado pasillo cripta	0,000321	0,0192	0,0009	0,0008	0,00483	0,02119	10856	16000
Tomas de corriente cripta	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Tomas de corriente pasillo cripta	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado nave central grandes	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado nave central focos	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado nave epístola grandes	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado nave epístola focos	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado nave evangelio grandes	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado nave evangelio focos	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado girola grandes	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado girola focos	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado presbiterio/coro	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado capillas evangelio	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado capillas epístola	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado subcuadro 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado sacristía 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado sacristía 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado sacristía 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado sacristía 4	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado ascensores	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000



Alumbrado exterior	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado exterior	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado exterior	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Alumbrado emergencia	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Tomas de corriente 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Tomas de corriente 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Tomas de corriente 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Tomas de corriente 4	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Tomas de corriente sacristía 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000
Tomas de corriente sacristía 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,00483	0,02112	10892	16000

2.4.5.2. Cuadro secundario 2

Receptor	XA	XT	XAUT	RAC	RL	Zt	Iccmax	PdC
Alumbrado biblioteca	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,20113	0,20272	1134,5	6000
Alumbrado sala capitular	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Alumbrado baños	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Alumb. pasillo peq. monasterio-fábrica	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Alumb. Pasillo grande monasterio-fábrica	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Alumbrado refectorio	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Alumbrado cuarto subcuadro 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Alumbrado de emergecia	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Motor fuente ornamental	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Tomas de corriente refectorio	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Tomas de corriente biblioteca/sala capitular	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000
Tomas de corriente baños	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,20113	0,20271	1134,6	6000

**2.4.5.3. Cuadro secundario 3**

Receptor	XA	XT	XAUT	RAC	RL	Zt	Iccmax	PdC
Tomas de corriente	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	7003,1	10000
Tomas de corriente	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	7003,1	10000
Tomas de corriente	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	7003,1	10000
Tomas de corriente	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	7003,1	10000
Alumbrado fábrica 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Alumbrado fábrica 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Alumbrado subcuadro 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Alumbrado pasillo	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Alumbrado oficina	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Alumbrado tienda	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Alumbrado almacén	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Alumbrado de emergencia	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Tomas de corriente fábrica	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Tomas de corriente almacén	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Tomas de corriente oficina	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000
Tomas de corriente tienda	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0528	0,05712	4026,8	6000

2.4.5.4. Cuadro secundario 4

Receptor	XA	XT	XAUT	RAC	RL	Zt	Iccmax	PdC
Fermentador	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Fermentador	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Secador rotatorio	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Seleccionadora	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Tostadora/aireadora	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Trilladora	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000



Molino de martillo	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Unidad CHOCOEASY	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Prensa hidráulica	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Atemperadora	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Bañadora de chocolate	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Grajeadora	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Dosificadora neumática	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Túnel de enfriamiento	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Cuarto frigorífico	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	15483	16000
Alumbrado zona de producción 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Alumbrado zona de producción 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Alumbrado zona de producción 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Alumbrado subcuadro 4	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Alumbrado cuarto frigorífico	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Alumbrado almacén 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Alumbrado almacén 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Alumbrado de emergencia	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Tomas de corriente fábrica	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Tomas de corriente almacenes	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,01509	0,02572	8944	10000
Bomba	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	8902,7	10000
Bomba	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	8902,7	10000
Bomba	0,000321	0,0192	0,0011	0,0005	0,01509	0,02583	8902,7	10000

2.4.5.5. Cuadro secundario 5

Receptor	XA	XT	XAUT	RAC	RL	Zt	Iccmax	PdC
Alumbrado pasillo 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado pasillo 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado pasillo 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000



Alumbrado pasillo 4	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado pasillo 5	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado pasillo 6	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado escaleras 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado escaleras 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado escaleras 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado sala de estar	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado biblioteca	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado tribunas	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado subcuadro 5	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Alumbrado de emergencia	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Enfermería	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 4	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 5	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 6	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 7	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 8	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 9	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 10	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 11	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 12	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 13	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 14	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 15	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 16	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 17	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 18	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 19	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000



Dormitorio 20	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 21	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 22	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Dormitorio 23	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Tomas de corriente biblioteca	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Tomas de corriente sala de estar	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Tomas de corriente pasillo 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Tomas de corriente pasillo 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000
Tomas de corriente pasillo 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,0131	0,02456	9364,4	10000

2.4.5.6. Cuadro secundario 6

Receptor	XA	XT	XAUT	RAC	RL	Zt	Iccmax	PdC
Alumbrado pasillo 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Alumbrado pasillo 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Alumbrado pasillo 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Alumbrado pasillo 4	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Alumbrado lavandería	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Alumbrado subcuadro 6	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Alumbrado de emergencia	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 4	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 5	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 6	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 7	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 8	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 9	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000



Dormitorio 10	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 11	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 12	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 13	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 14	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 15	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 16	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 17	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 18	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Dormitorio 19	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Tomas de corriente lavandería	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Tomas de corriente pasillo 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Tomas de corriente pasillo 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000
Tomas de corriente pasillo 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,05819	0,06218	3699	6000

2.4.5.7. Cuadro secundario cuarto de calderas

Receptor	XA	XT	XAUT	RAC	RL	Zt	Iccmax	PdC
Tomas de corriente	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,18533	0,18699	2139,1	6000
Alumbrado	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,18533	0,18699	1230	6000
Alumbrado emergencia	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,18533	0,18699	2139,1	6000
Tomas de corriente 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,18533	0,18699	2139,1	6000

2.4.5.8. Cuadro secundario cocina

Receptor	XA	XT	XAUT	RAC	RL	Zt	Iccmax	PdC
Alumbrado locutorio 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Alumbrado locutorio 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000



Alumbrado locutorio 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Alumbrado torno	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Alumbrado pasillo locutorios 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Alumbrado pasillo locutorios 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Alumbrado despensa	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Alumbrado cocina	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Alumbrado baños	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Alumbrado emergencia	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Tomas de corriente locutorios	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Tomas de corriente pasillo 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Tomas de corriente pasillo 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Tomas de corriente cocina 1	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Tomas de corriente cocina 2	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Tomas de corriente cocina 3	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000
Tomas de corriente cocina 4	0,000321	0,0192	0,0009	0,0005	0,10021	0,1028	2237,3	6000

2.4.5.9. Interpretación de las tablas anteriores

A continuación se explican las columnas de las tablas anteriores de los cuadros secundarios y general de distribución:

- Receptor: línea eléctrica a la que hace referencia.
- X_A : reactancia de la red de media tensión.
- X_T : reactancia del transformador.
- X_{AUT} : reactancia de los automatismos.
- R_{AC} : resistencia de la acometida.
- R_L : resistencia de la línea.
- I_{CCmax} : Intensidad de cortocircuito máxima
- PdC : poder de corte del interruptor magnetotérmico.



2.5. CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

2.5.1. Cálculo de la batería de condensadores

Para calcular la batería de condensadores hace falta conocer el factor de potencia medio de toda la instalación. A los valores totales de potencia que han sido calculados en el apartado 2 del presente documento, se le suma la potencia del cuadro auxiliar del centro de transformación. Los datos totales de potencia son:

Potencia total S	Potencia total P	$\cos\phi$
402646,7238	373009	0,9264

El nuevo factor de potencia al que se quiere llegar es de 0,98, por lo que es necesario colocar una batería de condensadores. Con el actual factor de potencia, la potencia reactiva es de 149655,5329VAr y realizando los cálculos, con el nuevo factor de potencia se obtendría el siguiente valor de potencia reactiva: 75742,7079VAr. Entonces, restando un valor con otro se obtendrá el valor de la potencia de la batería de condensadores: 73912,825VAr, por lo que el valor en el mercado, que más se adecúa a nuestras necesidades es la de una batería de 75 kVAr. Dicha batería se colocará al lado del cuadro general de distribución

2.5.1. Cálculo del conductor de unión a la batería de condensadores

Para hallar la sección del conductor de unión de la batería, hace falta calcular la intensidad que circula por él:

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} \times V \times \sin \phi} = \frac{75000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = 108,2532 \text{ A}$$

Siendo:

- Q: la potencia de la batería de condensadores.
- V: la tensión.
- $\sin \phi$: 1 (el de la batería de condensadores)

Por tanto, el cable de conexión de la batería de condensadores con el cuadro general de distribución tendrá una sección de 50 mm², RV-K 0,6/1kV de la marca General Cable.

2.5.1. Cálculo de la protección de la batería de condensadores

Para hallar el calibre del interruptor magnetotérmico se mirará el valor de corriente consumida por la batería, calculada más arriba (108,2532 A). Por ello su calibre será de 125A.



Para hallar el poder de corte tenemos que buscar la corriente máxima de cortocircuito en el cuadro general de distribución, siendo éste de 19,5kA. Por tanto, el poder de corte del interruptor deberá ser de 20kA.

2.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.6.1. Investigación del terreno

Para realizar la puesta a tierra del monasterio se ha tenido en cuenta la resistividad del terreno. Este valor se consulta en la ITC-BT-18 en su tabla 3. La naturaleza del terreno es de margas y arcillas compactas cuyo valor orientativo de resistividad oscila entre 100 y 200 Ωm . Por ello se ha tomado como valor de resistividad medio 150 Ωm .

2.6.2. Cálculo de la resistencia de tierra

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a:

- 24 voltios en lugares húmedos.
- 50 voltios en lugares secos.

Se tomará el valor de 50 voltios pues el lugar en el que se encuentra el monasterio es de ambiente seco.

Para calcular la resistencia de las picas verticales se utilizó la fórmula descrita en la tabla 5 de la ITC-BT-18.

$$R_{pica} = \frac{\rho_{terreno}}{L_{pica}} = \frac{150}{2} = 75\Omega$$

Como se colocarán 9 picas de forma vertical en los vértices del perímetro formado por el conductor enterrado en los cimientos del monasterio, como se puede observar en los planos. A continuación se halla la resistencia equivalente de las 9 picas. Por ello, se calculará de la siguiente forma:

$$R_{eq} = \frac{R_{pica}}{N} = \frac{75}{9} = 8,33\Omega$$

Para calcular la resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado, según la ITC-BT-18, éste deberá ir enterrado a 0,5 metros. La longitud del conductor es de 365 metros. Aplicando la fórmula indicada en la tabla 5 de la citada instrucción:

$$R_{cond} = \frac{2 \times \rho}{l} = \frac{2 \times 150}{365} = 0,8219\Omega$$



Así, la resistencia total de la instalación será el paralelo de la resistencia equivalente de las picas y la del conductor.

$$R_{total} = \frac{R_{cond} \times R_{eq}}{R_{cond} + R_{eq}} = 0,7481\Omega$$

Seguido a esto, se comprueba qué tensión aparecerá sabiendo que se han instalado diferenciales con sensibilidad de 300 mA. Esta tensión debe ser menor que los 50 voltios exigidos.

$$V = I_{sens} \times R_{total} = 0,3 \times 0,7481 = 0,2244 V$$

Debido a que la tensión que aparecerá cuando surja una derivación a tierra tiene un valor de 0,2244 voltios, y éste es menor que los 50 voltios exigidos. Por ello, se toma la instalación de puesta a tierra por buena.

2.6.3. Sección del cable de tierra y conductor de protección

El conductor de tierra a instalar será de cobre con una sección de 50mm². El conductor de protección tendrá como máximo una sección de 50mm².

2.6.4. Punto de puesta a tierra

Según la ITC-BT-18, el dispositivo que mide la puesta a tierra se colocará sobre el conductor de puesta a tierra y en un lugar accesible. Para ello se ha elegido la sala del cuadro general de distribución, al lado del cuadro general de distribución.

2.7. Cálculo del centro de transformación

2.7.1 Intensidad en alta tensión

En un sistema trifásico, la intensidad en el primario del transformador de potencia viene determinada por la siguiente expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- S: la potencia del transformador.
- U: la tensión compuesta en el primario del transformador.
- I_p: la intensidad en el primario del transformador.



$$I_p = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 13200} = 21,8693 \text{ A}$$

2.7.2 Intensidad en baja tensión

En un sistema trifásico, la intensidad en el secundario del transformador viene determinada por la siguiente expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{Cu} - W_{Fe}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- S: la potencia del transformador.
- W_{Cu} : las pérdidas en el cobre (arrollamientos) del transformador.
- W_{Fe} : las pérdidas en el hierro del transformador.
- U: la tensión compuesta en el secundario del transformador.
- I_s : la intensidad en el secundario del transformador.

$$I_s = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 721,6878 \text{ A}$$

2.7.3 Cortocircuitos

2.7.3.1. Introducción

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito, se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora, en este caso, Iberdrola.

2.7.3.2. Corriente de cortocircuito

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito se utilizarán las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U}$$

Siendo:

- S_{cc} : la potencia de cortocircuito de la red de distribución.
- U: la tensión en el primario del transformador.
- I_{ccp} : la intensidad de cortocircuito en el primario del transformador.



Sustituyendo valores se tendrá una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión de:

$$I_{ccp} = \frac{500 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 13200} = 21,8693 \times 10^3 \text{ A}$$

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

- S: la potencia del transformador.
- U_{cc}: la tensión porcentual de cortocircuito del transformador.
- U_s: la tensión en el secundario del transformador en carga.
- I_{ccs}: la intensidad en el secundario del transformador máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

Sustituyendo valores, se tendrá:

$$I_{ccs} = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot \frac{5}{100} \cdot 400} = 14,4338 \text{ kA}$$

2.7.3.3. Conexión celdas- transformador

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 21,8693 \text{ A}$$

Se ha decidido colocar conductores unipolares de 35 mm² de sección, que en condiciones de instalación soporta 154A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

2.7.3.4. Conexión del secundario del transformador al cuadro de baja tensión



La intensidad que han de soportar los cables que unen el secundario del transformador con el cuadro de baja tensión del centro es:

$$I_s = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 721,6878A$$

Se ha optado por poner 2 cables de 150 mm² por fase, con aislamiento de polietileno reticulado y cuya intensidad admisible individual es 404A. Por lo tanto, la intensidad total admisible por fase es 808^a, mayor que la corriente.

2.8. INSTALACIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

2.8.1. Iluminación

Para la iluminación del centro de transformación se ha optado por poner 6 lámparas fluorescentes de la marca Philips cuya denominación es TL-D58W HFS+GMS022R. para el cálculo de la iluminación se ha utilizado el programa DiaLux y la potencia consumida por la iluminación es 348 W.

La iluminación de emergencia ha sido calculada como en el apartado 1.3 del presente documento. La luminaria a colocar será la misma que en ese apartado.

2.8.2. Cuadro auxiliar de baja tensión del centro de transformación

Receptor	Potencia	Tensión	u%	cosφ	L	Corriente	Fc	Corriente	Sección final mm ²	Canalización mm
Alumbrado	1160	230	5,75	0,9	10	5,60386	1,8	10,08696	1,5	16
Alum de emergencia	18	230	5,75	1	10	0,07826	1,8	0,14087	1,5	16
Tomas de corriente	1035	230	5,75	1	10	4,5	2,8	12,6	4	20



2.9. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Para el cálculo de la instalación de puesta a tierra se utiliza el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

2.9.1. Introducción

Hay que distinguir entre la tierra de protección y la tierra de servicio. Estas deben estar separadas para evitar que se transfieran tensiones peligrosas de una a otra, tal y como se calcula posteriormente. Datos de partida:

- Investigación previa del terreno donde se ubicará el centro de transformación, da como resultado un terreno de margas y arcillas. Se toma como valor de resistividad $150 \Omega\text{m}$.
- Tensión de red: 13,2kV.
- Nivel de aislamiento en las instalaciones del centro de transformación: 24kV.
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por la empresa suministradora de energía: $I_d=400^{\text{a}}$.

El centro de transformación está ubicado en el sótano y el neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.

La intensidad máxima de defecto la proporciona la compañía suministradora y tiene un valor de 400 amperios. El tiempo de eliminación del defecto es menor a 0,45 segundos.

2.9.2. Tierra de protección

Para el diseño de la tierra de protección se utiliza el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

A la tierra de protección se conectarán todas las partes metálicas de la instalación que no se encuentren normalmente en tensión, pero que en caso de un fallo, se puedan poner a un determinado potencial. Se conectarán a esta tierra las envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas, la carcasa del transformador y los chasis y bastidores de los diferentes aparatos de maniobra.

La tierra de protección tiene forma cuadrada o rectangular y el anillo se hace por debajo de la superficie del centro de transformación para no interferir en el hueco del transformador.



La configuración elegida para la tierra de protección es la 50-30/8/82. Los datos para esta configuración son:

- $K_r=0,079 \Omega/\Omega m$
- $K_p=0,0130 V/\Omega mA$
- $K_c=0,0359 V/\Omega mA$

Siendo:

- K_r : resistencia.
- K_p : tensión de paso.
- K_c : tensión de contacto exterior.

La tierra de protección estará formada por 8 picas en forma de rectángulo de dimensiones 5x3 metros y estas estarán unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 metros. Se enterrarán de forma vertical a una profundidad de 0,8 metros.

La conexión desde el centro de transformación hasta la primera pica se hará con cable de cobre aislado de 0,6/1 KV protegido contra daños mecánicos.

Nota: Se podrán utilizar otras configuraciones para la tierra de protección siempre y cuando tengan un valor de K_r , K_p y K_c inferiores a los escogidos anteriormente.

2.9.3. Tierra de servicio

Para el diseño de la tierra de servicio se utiliza el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

Debido a que el esquema de distribución elegido es el TT, a la tierra de servicio se conectará el neutro del transformador y también la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

La configuración elegida para la tierra de servicio es la 8/42 cuyos datos son:

- $K_r=0,100 \Omega/\Omega m$
- $K_p=0,0127 V/\Omega mA$

Siendo:

- K_r : resistencia.
- K_p : tensión de paso.

La tierra de servicio estará formada por 4 picas posicionadas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.



Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 metros. Se enterrarán de forma vertical a una profundidad de 0,8 metros. La separación entre picas viene dada por la siguiente expresión:

$$d = 1,5 \times L_p = 1,5 \times 2 = 3 \text{ m}$$

Siendo:

- d: distancia entre picas en m.
- L_p : longitud de la pica en m.

La separación entre picas será de 3 metros, por lo tanto, la longitud del cable de cobre desnudo de 50 mm² desde la primera hasta la última pica será de 9 metros, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el centro de transformación hasta la primera pica se hará con cable de cobre aislado de 0,6/1 KV protegido contra daños mecánicos.

Nota: Se podrán utilizar otras configuraciones para la tierra de servicio siempre y cuando tengan un valor de K_r y K_p inferiores a los escogidos anteriormente.

2.9.4. Resistencia de la tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del centro y tensión de defecto correspondiente, se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,079 \cdot 150 = 11,85 \Omega$$

- Tensión de defecto:

$$U_d = R_t \cdot I_d = 11,85 \times 400 = 4740 \text{ V} =$$

Como se observa en los resultados, la tensión de defecto (V_d) da un valor de 4740 V, y como este valor es menor a 10000 V, que es el valor de tensión soportada por la instalación de baja tensión recomendado por UNESA, se dice que la tierra de protección cumple con este apartado.

De esta manera, como el electrodo de puesta a tierra debe tener un efecto limitador, se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de alta tensión deterioren los elementos de baja tensión del centro de transformación.

Comprobamos además que la intensidad de defecto tiene un valor superior a 100 amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.



2.9.5. Resistencia de la tierra de servicio

Según UNESA, para un esquema de distribución TT, el valor de la resistencia de la tierra de servicio deberá ser inferior a 37 Ω . Para hallar la resistencia de la tierra de servicio (R_t) se usa la siguiente expresión:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,1 \cdot 150 = 15 \Omega$$

Como se observa, el resultado de la resistencia de la tierra de servicio es 15 Ω , y esta es inferior a 37 Ω , por lo tanto es correcta.

Con este criterio, según UNESA, se consigue que en un defecto a tierra en una instalación interior, protegida contra contactos indirectos con un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 voltios ($37 \times 0,650 = 24$).

2.9.6. Tensiones en exterior de la instalación

Según UNESA, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión. Con estas medidas de seguridad, no es necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que serán prácticamente nulas.

La tensión de paso máxima en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno. Su expresión es:

$$V_p = K_p \cdot I_d \cdot \rho = 0,0130 \cdot 400 \cdot 150 = 780V$$

2.9.7. Tensiones en el interior de la instalación

El piso del centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0.30x0.30m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue proteger a la persona que deba acceder a una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.



No obstante, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior:

$$V_p(acc) = K_c \cdot I_d \cdot \rho = 0,0359 \times 400 \times 150 = 2154V$$

2.9.8. Tensiones aplicadas

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro de Transformación, se emplearán las siguientes expresiones:

$$V_p(exterior) = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right)$$

$$V_p(acceso) = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_H}{1000} \right)$$

Siendo:

- V_p : tensiones de paso.
- $K = 72$.
- $n = 1$.
- K y n se obtienen en el MIE RAT 13, en función del tiempo de desconexión t .
- ρ : resistividad del terreno.
- ρ_H : resistividad del hormigón.

Obteniendo los siguientes resultados:

- $V_p(exterior) = 3040 V$
- $V_p(acceso) = 16720 V$

Así pues, se comprobará que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- En el exterior:

$$V_p = 780V < V_{p adm} = 3040V$$

- En el acceso al centro de transformación:

$$V_{p acc} = 2154V < V_{p acc adm} = 16720V$$



2.9.9. Tensiones transferidas al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{150 \cdot 400}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 9,55m$$

La distancia mínima de separación entre la tierra de protección y la de servicio será de 9,55 m. Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra de servicio se realizará con cable aislado de 0,6/1 KV hasta la primera pica.

2.9.10. Corrección y ajuste si procede

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. Pero si el valor que se mide de las tomas de tierra resulta elevado, con la consecuencia de que pudiera dar lugar a tensiones de paso o de contacto excesivas, estas se corregirán colocando una alfombra aislante en el suelo del centro, o cualquier otro medio permitido por el reglamento, con el fin de evitar la peligrosidad de estas tensiones.

Pamplona, septiembre de 2014

Claudio José Vives Galarza



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UN MONASTERIO
CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLANOS

Claudio José Vives Galarza

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, septiembre de 2014



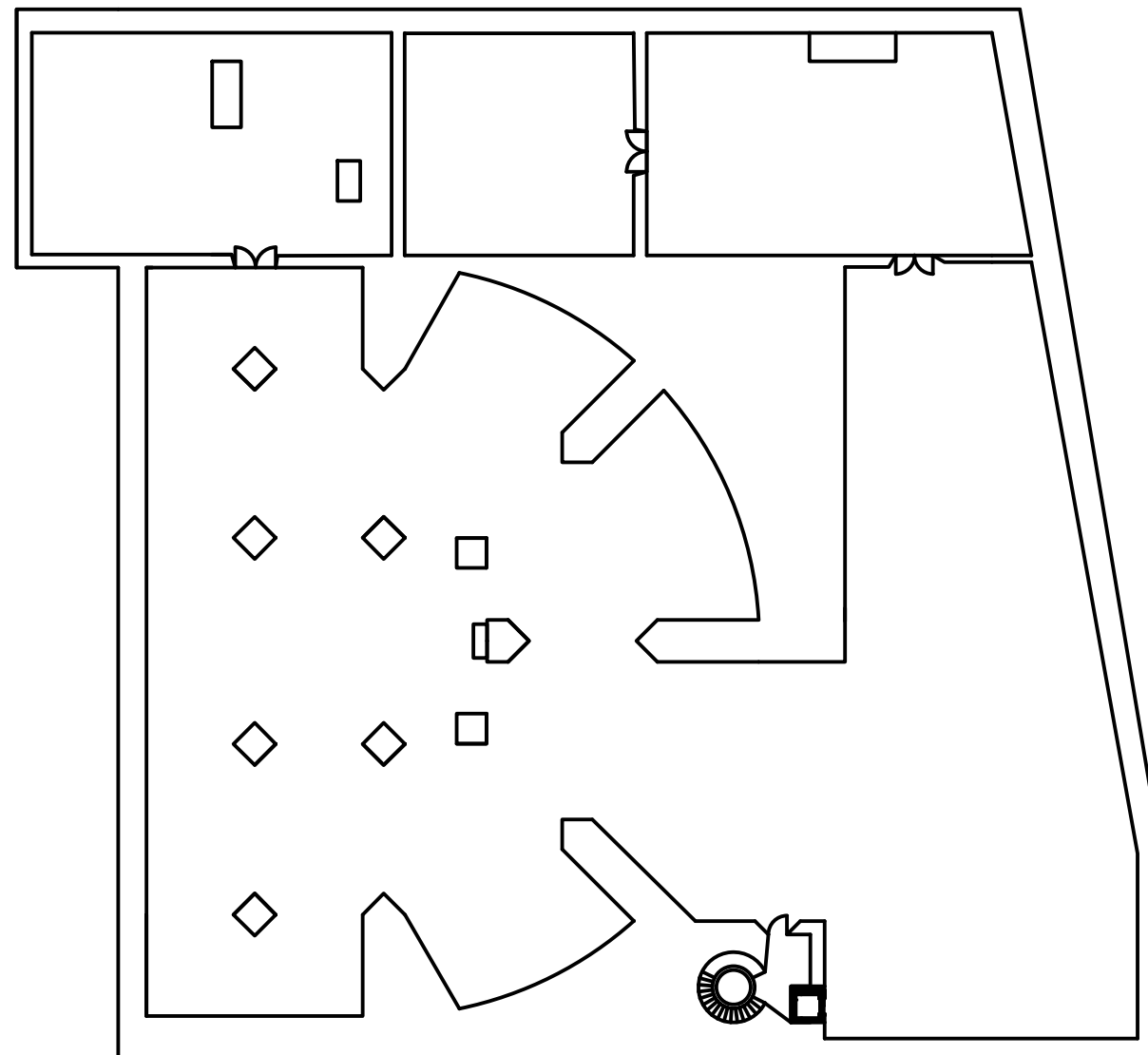
PLANOS

ÍNDICE

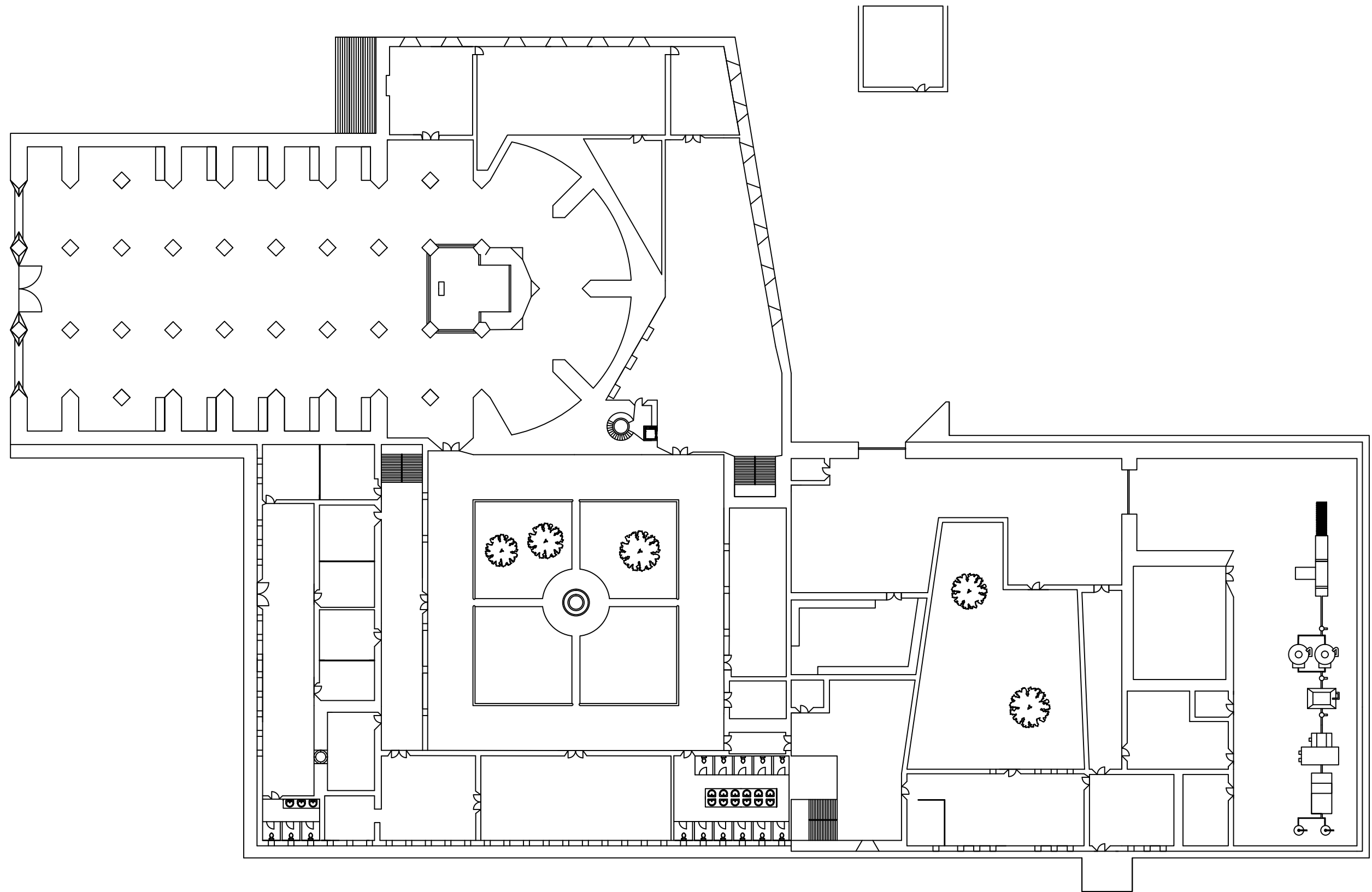
- Plano 1: SITUACIÓN**
- Plano 2: PLANTA CRIPTA**
- Plano 3: PLANTA BAJA**
- Plano 4: PLANTA PRIMERA**
- Plano 5: PLANTA SEGUNDA**
- Plano 6: ILUMINACIÓN INTERIOR CRIPTA**
- Plano 7: ILUMINACIÓN INTERIOR PLANTA BAJA**
- Plano 8: ILUMINACIÓN INTERIOR PLANTA PRIMERA**
- Plano 9: ILUMINACIÓN INTERIOR PLANTA SEGUNDA**
- Plano 10: EMERGENCIA CRIPTA**
- Plano 11: EMERGENCIA PLANTA BAJA**
- Plano 12: EMERGENCIA PLANTA PRIMERA**
- Plano 13: EMERGENCIA PLANTA SEGUNDA**
- Plano 14: TOMAS DE CORRIENTE CRIPTA**
- Plano 15: TOMAS DE CORRIENTE PLANTA BAJA**
- Plano 16: TOMAS DE CORRIENTE PLANTA PRIMERA**
- Plano 17: TOMAS DE CORRIENTE PLANTA SEGUNDA**
- Plano 18: TOMAS DE CORRIENTE DORMITORIO**
- Plano 19: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DISTRIBUCIÓN**
- Plano 20: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 1**
- Plano 21: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 2**
- Plano 22: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 3**
- Plano 23: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 4**
- Plano 24: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 5**
- Plano 25: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 6**
- Plano 26: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO CALDERA**
- Plano 27: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO COCINA**
- Plano 28: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DORMITORIO**
- Plano 29: ESQUEMA DE MANDO DE ALUMBRADO**
- Plano 30: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO BT Y AUXILIAR CT**
- Plano 31: PUESTA A TIERRA MONASTERIO**
- Plano 32: UNIFILAR CT**
- Plano 33: PUESTA A TIERRA CT**




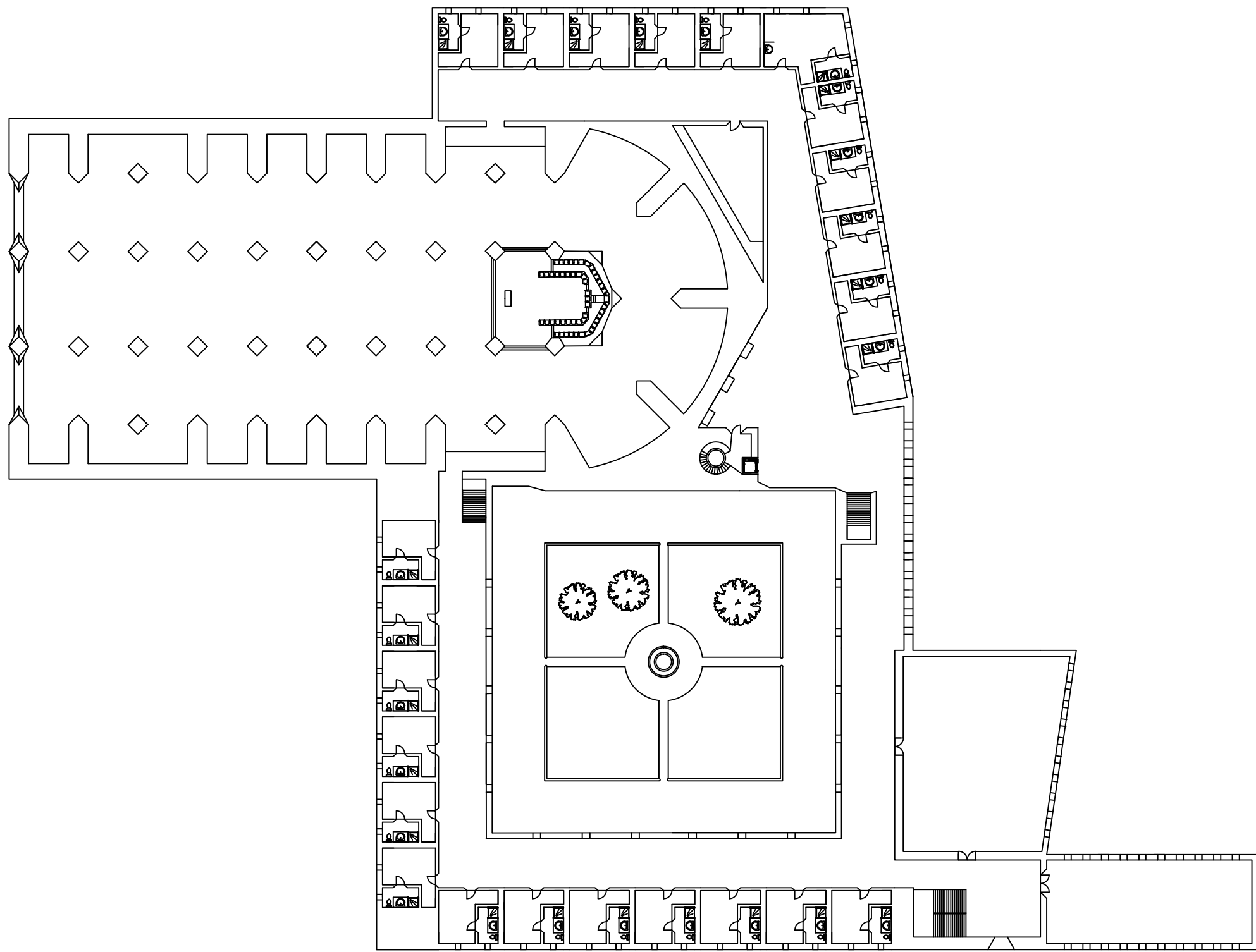
 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO		
		FIRMA:		
PLANO: SITUACIÓN		FECHA: 09/2014	ESCALA:	Nº PLANO: 1




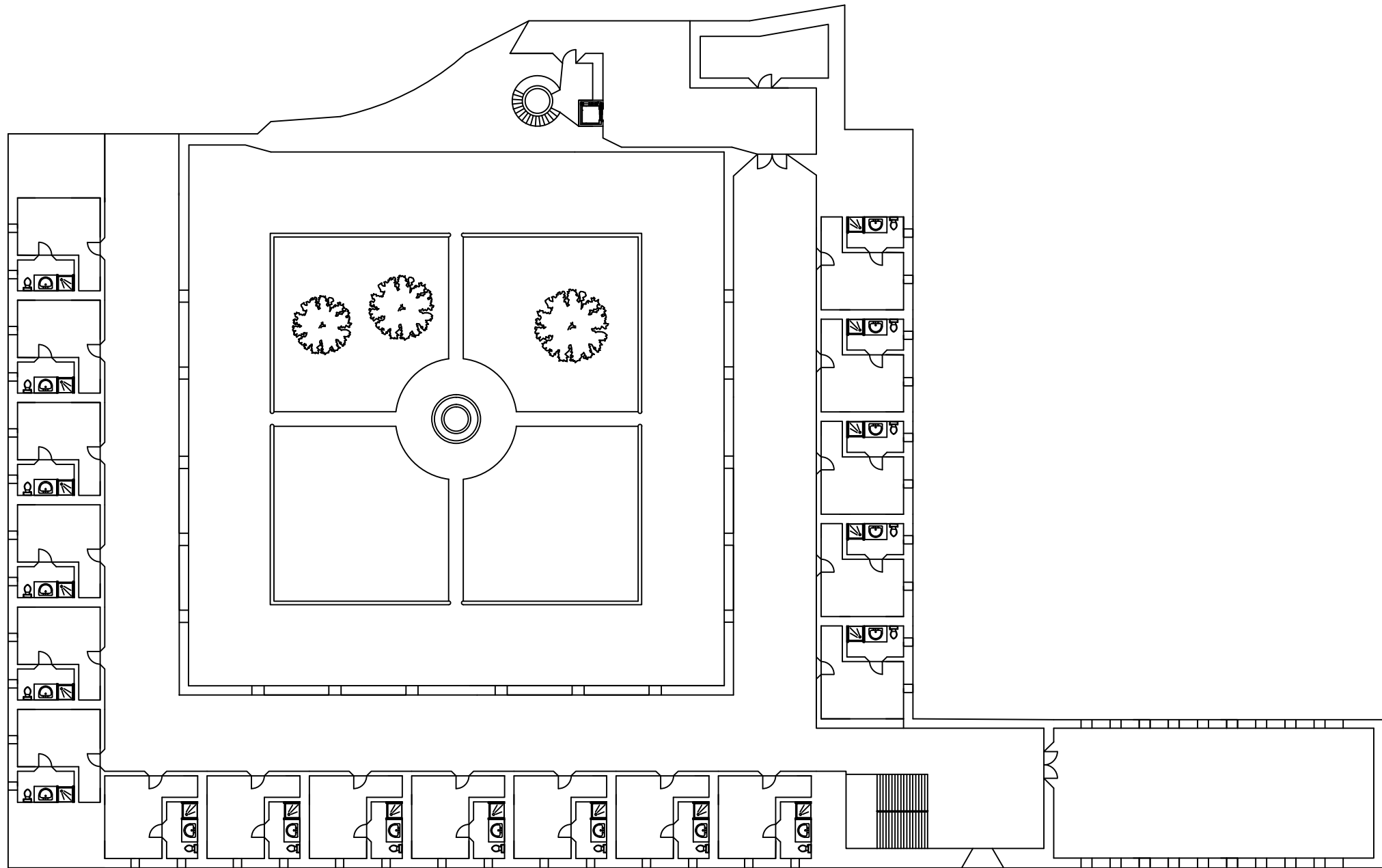
 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
		FIRMA:		
PLANO: PLANTA CRIPTA		FECHA: 09/2014	ESCALA: 1:400	NºPLANO: 2



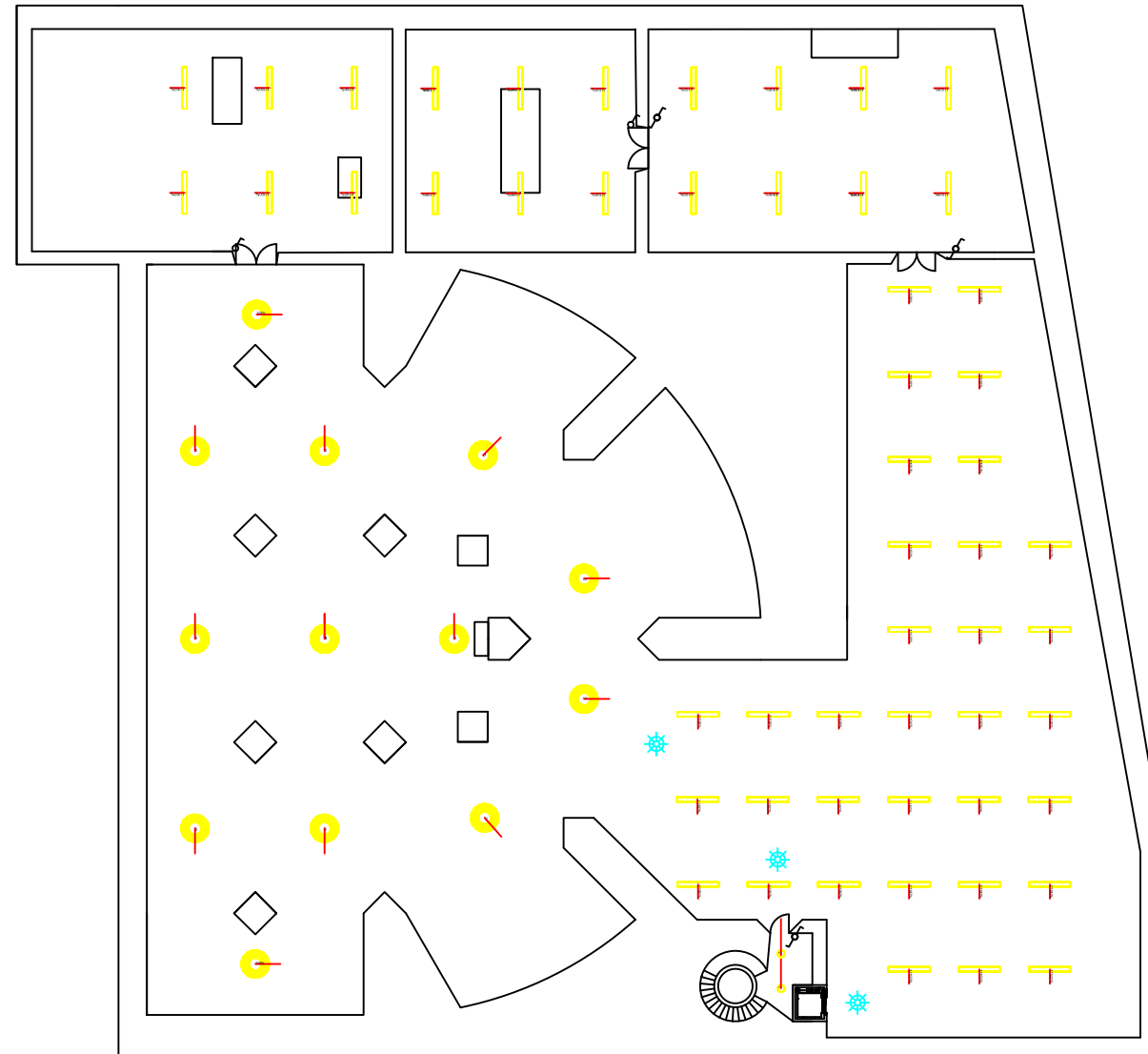
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO:		REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO:		FIRMA:		
PLANTA BAJA		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		09/2014	1:400	3








 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:		
PLANO: PLANTA PRIMERA		FECHA: 09/2014	ESCALA: 1:400	Nº PLANO: 4

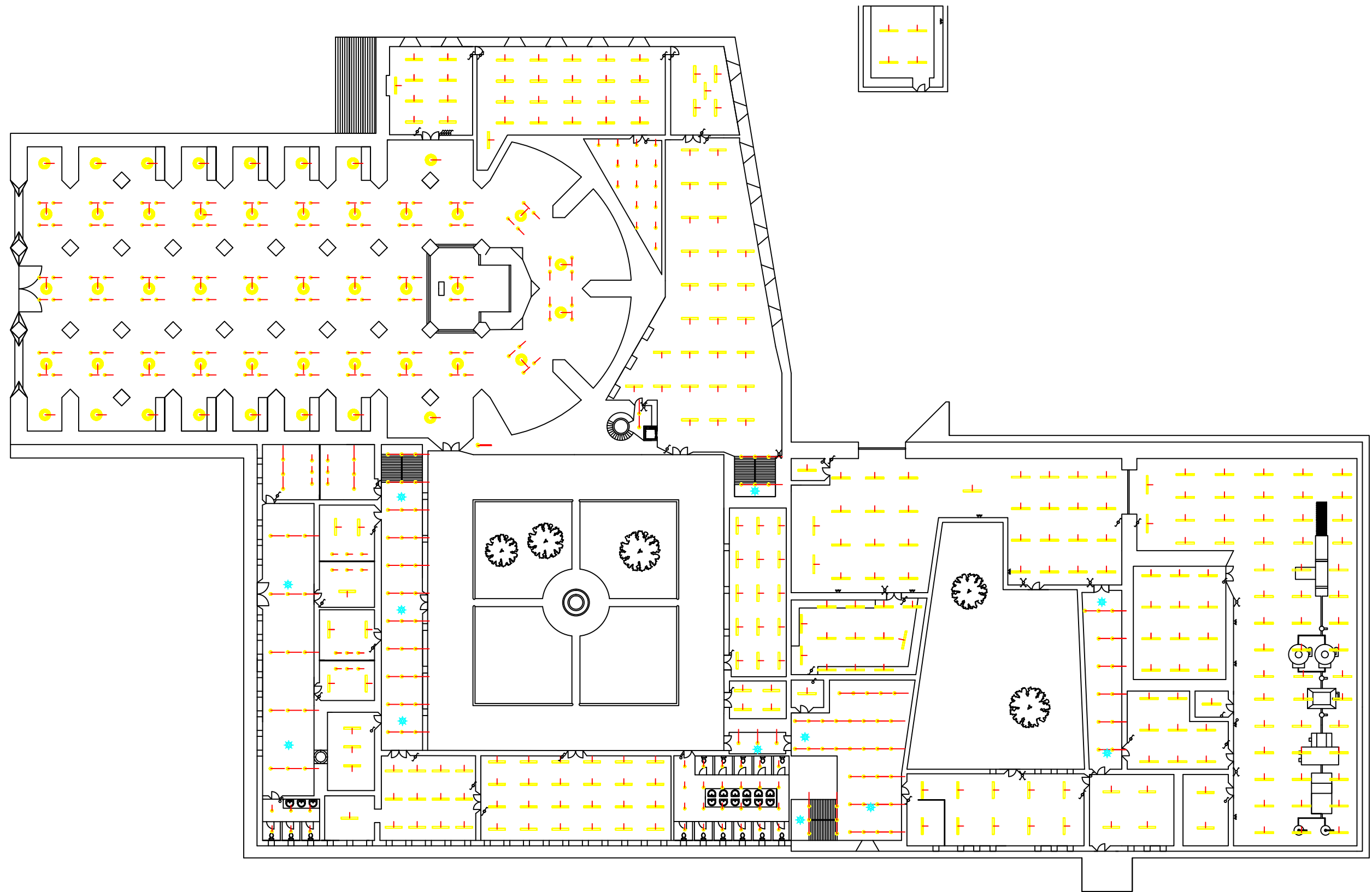









	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			FIRMA:		
PLANO: PLANTA SEGUNDA			FECHA: 09/2014	ESCALA: 1:400	NºPLANO: 5



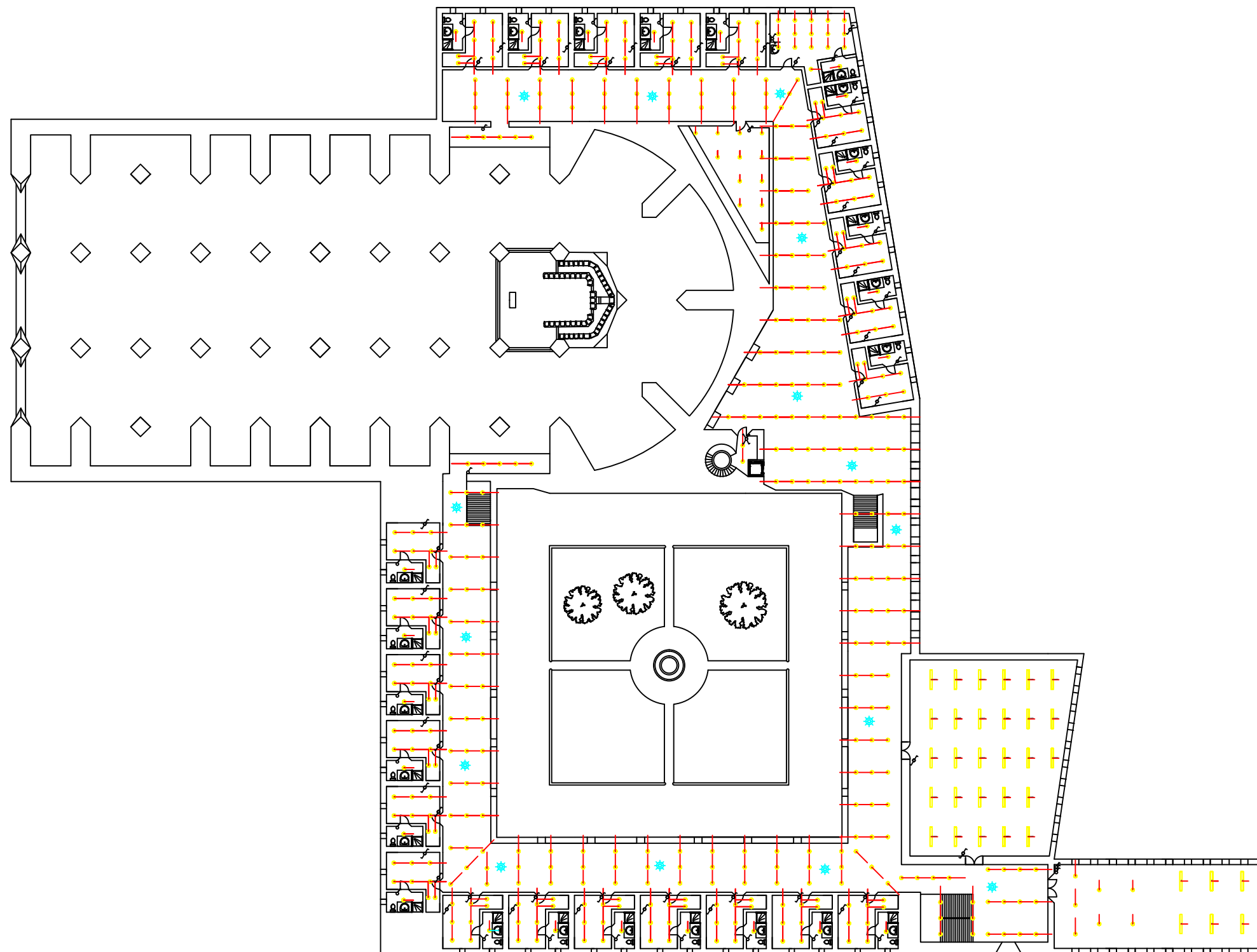
-  DETECTOR DE PRESENCIA
-  PHILIPS BCW216 2xLT-GA 25W/840
-  PHILIPS RS121B 1xLED 6-40/840
-  PHILIPS TMS022 1xTLD58 HF3+GMS022R
-  PHILIPS TPS740 1xTLSC60W HFP(1000)





 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
		FIRMA:		
PLANO: ALUMBRADO CRIPTA		FECHA: 09/2014	ESCALA: 1:400	NºPLANO: 6




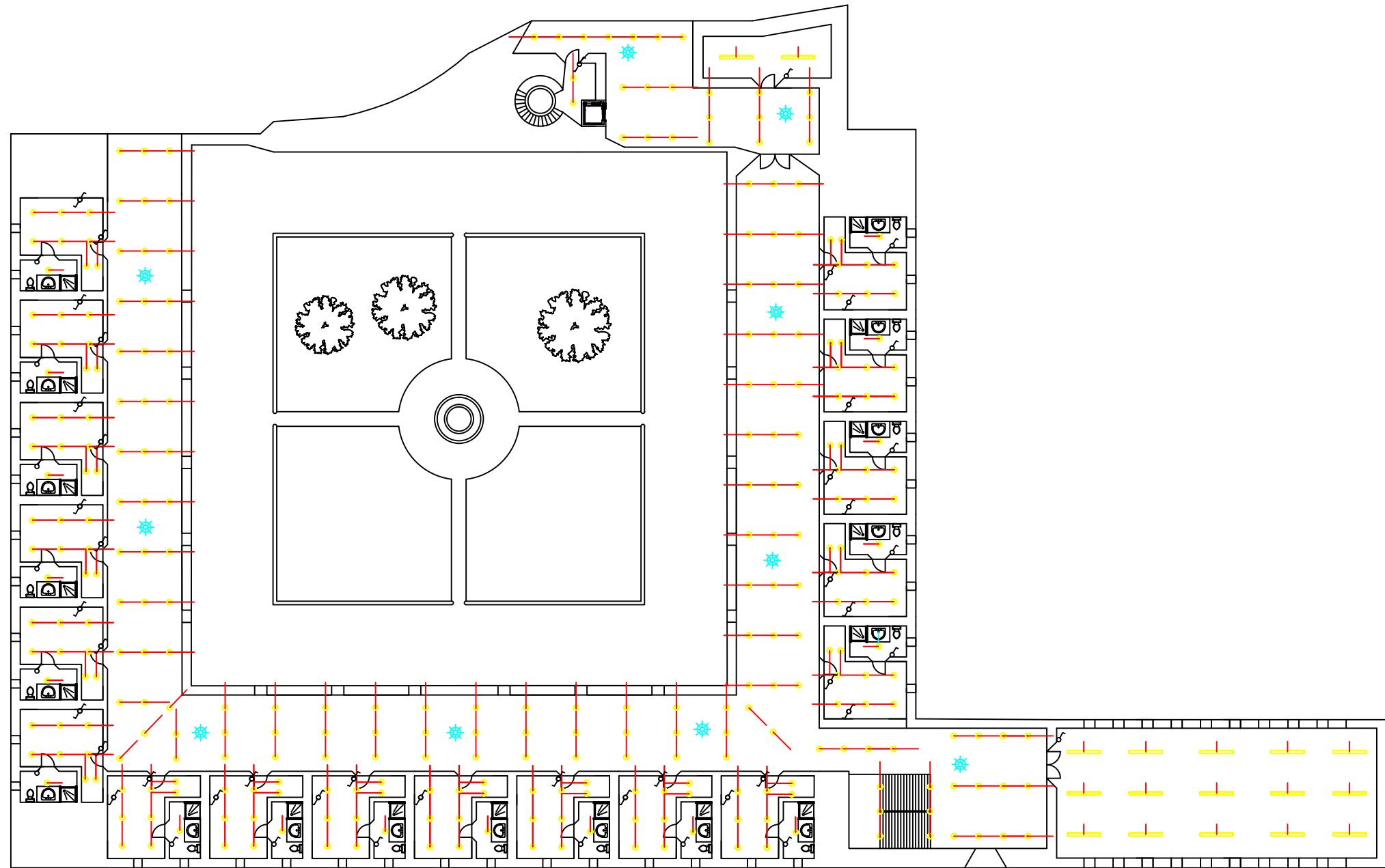
	DETECTOR DE PRESENCIA		PHILIPS FBS 120 1xPL-C/2 P26P6
	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDL 2000/830		PHILIPS TPS740 1xTSC60W HFP(1000)
	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40/840		PHILIPS BCW216 2xLT-GA 25W/840
	PHILIPS BPS800 1xXML/NW PC-MLO		






 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO:		REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO:		FIRMA:		
ALUMBRADO PLANTA BAJA		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		09/2014	1:400	7



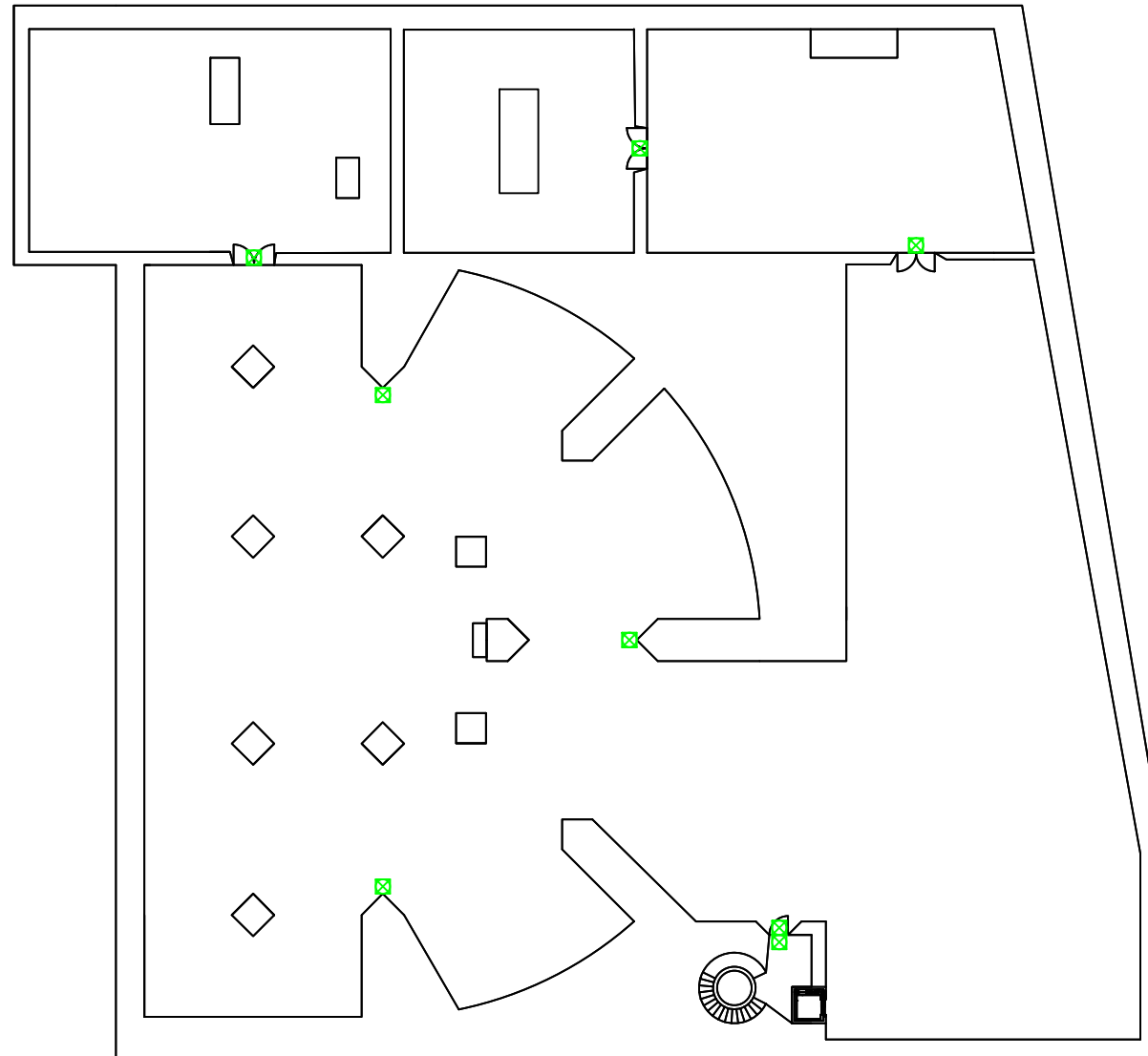
-  DETECTOR DE PRESENCIA
-  PHILIPS ST520B 1xLED3200/F22 25GC
-  PHILIPS RS121B 1xLED 6-40/840
-  PHILIPS BPS800 1xXML/NW PC-MLO

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:	REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ	
PLANO:	FIRMA:	
ALUMBRADO PRIMERA PLANTA	FECHA:	ESCALA:
	09/2014	1:400
		Nº PLANO:
		8



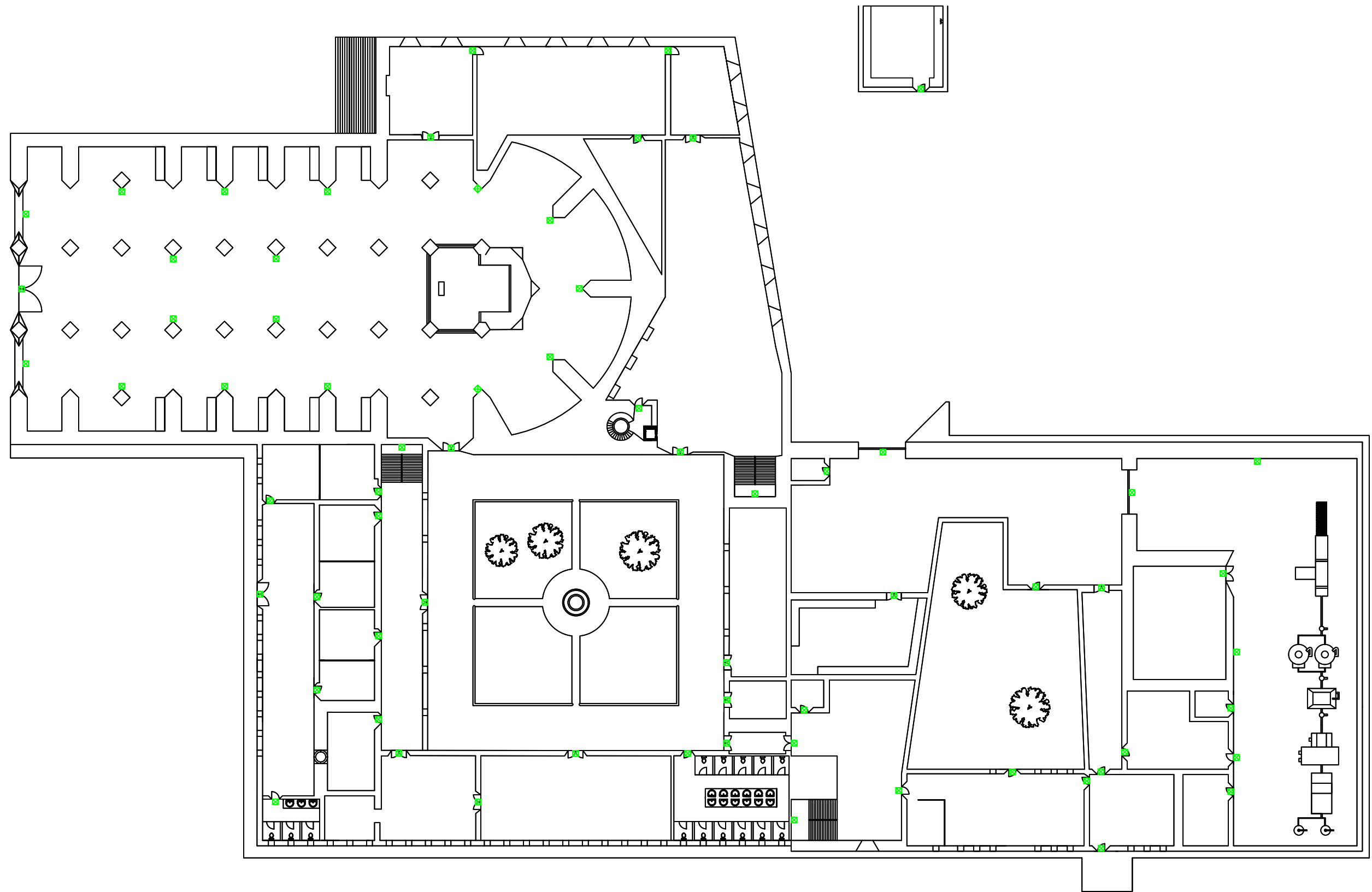
-  DETECTOR DE PRESENCIA
-  PHILIPS ST520B 1xLED3200/F22 25GC
-  PHILIPS RS121B 1xLED 6-40/840
-  PHILIPS TMS022 1xTLD58 HF3+GMS022R
-  PHILIPS BCW216 2xLT-GA 25W/840

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ	
PLANO: ALUMBRADO SEGUNDA PLANTA		FIRMA:	
	FECHA: 09/2014	ESCALA: 1:400	NºPLANO: 9




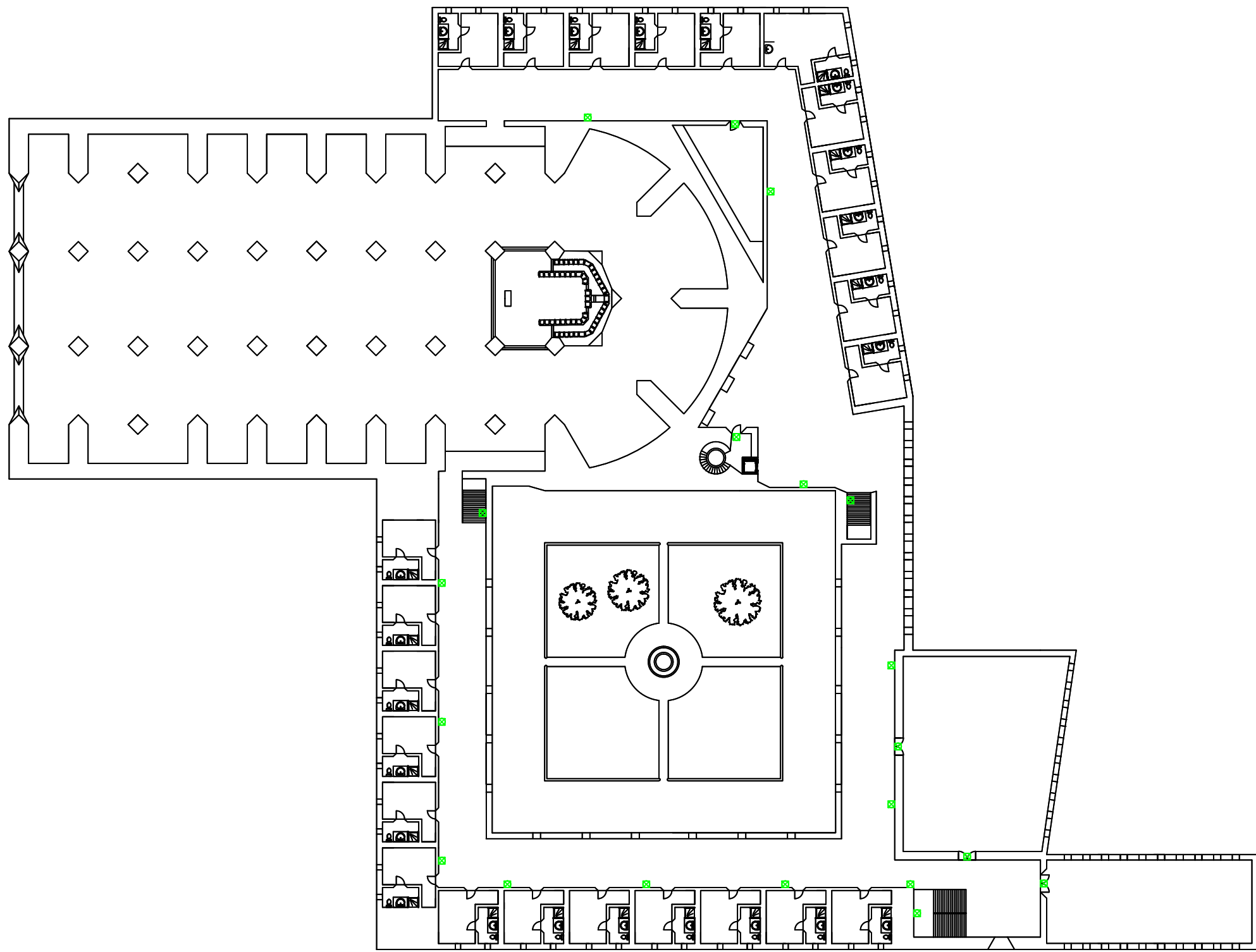

 LEGRAND serie C3 6W
 61510-G5

 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
		FIRMA:		
PLANO: ALUMBRADO DE EMERGENCIA CRIPTA		FECHA: 09/2014	ESCALA: 1:400	NºPLANO: 10




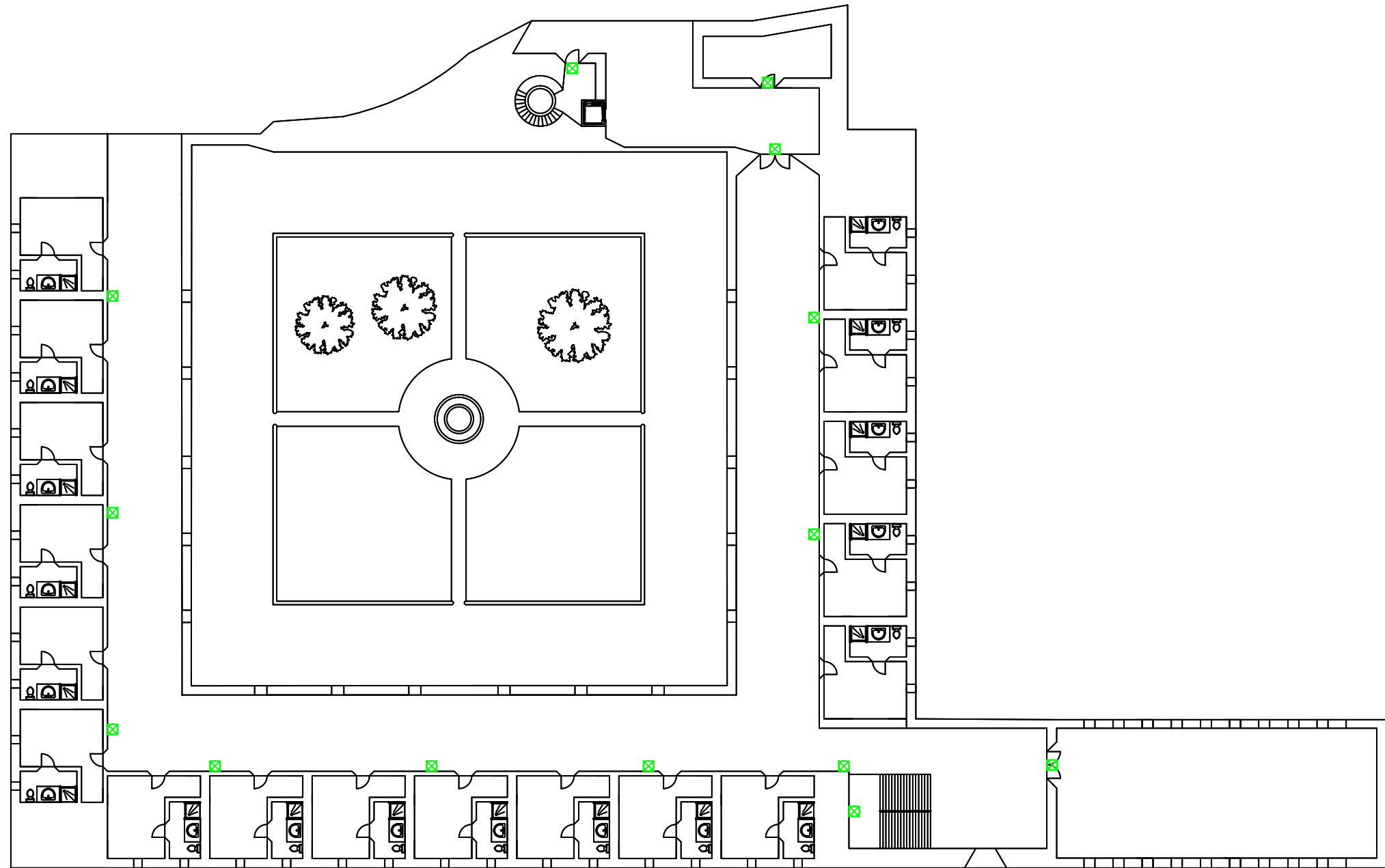
✕ LEGRAND serie C3 6W
61510-G5

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO:		REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO:		FIRMA:		
ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA BAJA		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		09/2014	1:400	11



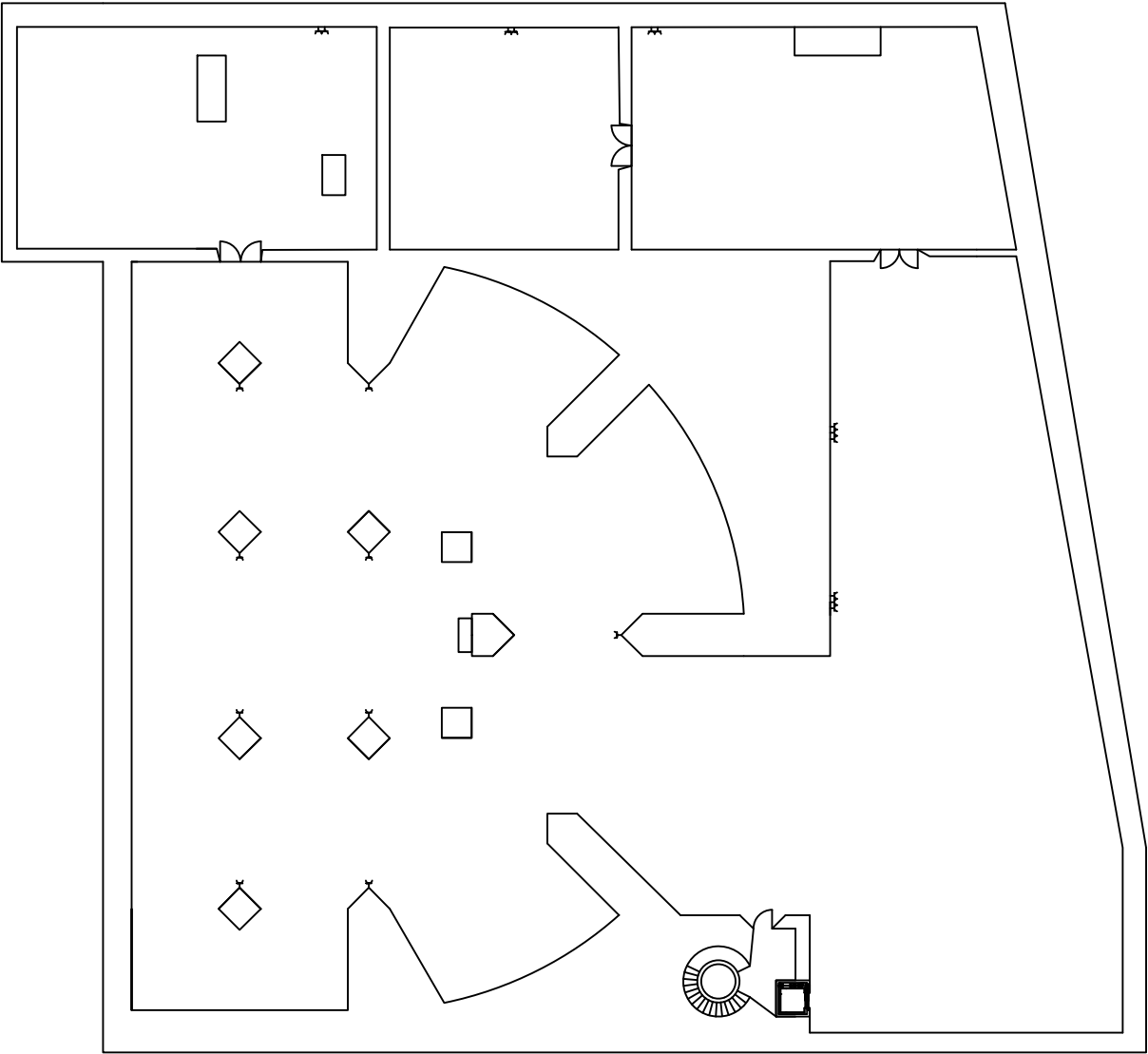
☒ LEGRAND serie C3 6W
61510-G5

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO:		REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO:		FIRMA:		
PLANTA PRIMERA		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		09/2014	1:400	12




 LEGRAND serie C3 6W
 61510-G5

	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
			FIRMA:		
PLANO: ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA SEGUNDA			FECHA: 09/2014	ESCALA: 1:400	NºPLANO: 13



Toma monofásica 16 A 2P+T



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ

FIRMA:

PLANO:

FUERZA CRIPTA

FECHA:

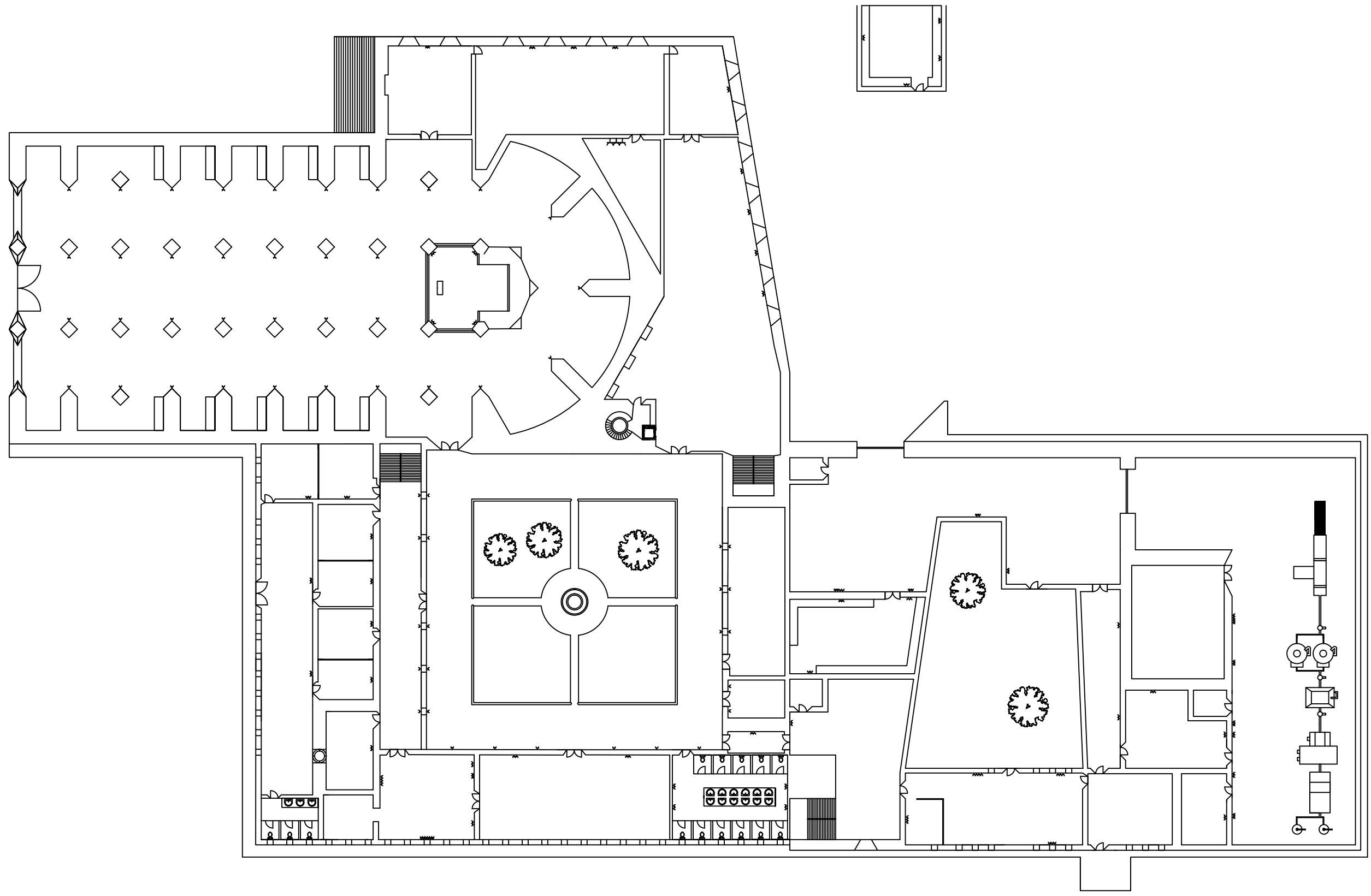
09/2014




ESCALA:

1:400

NºPLANO:

14




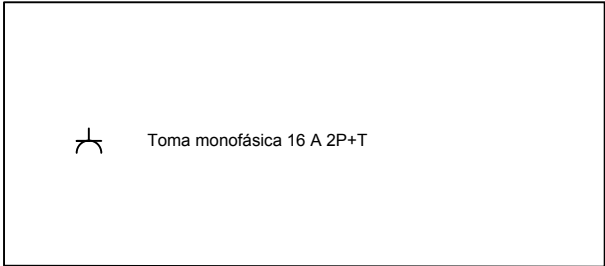
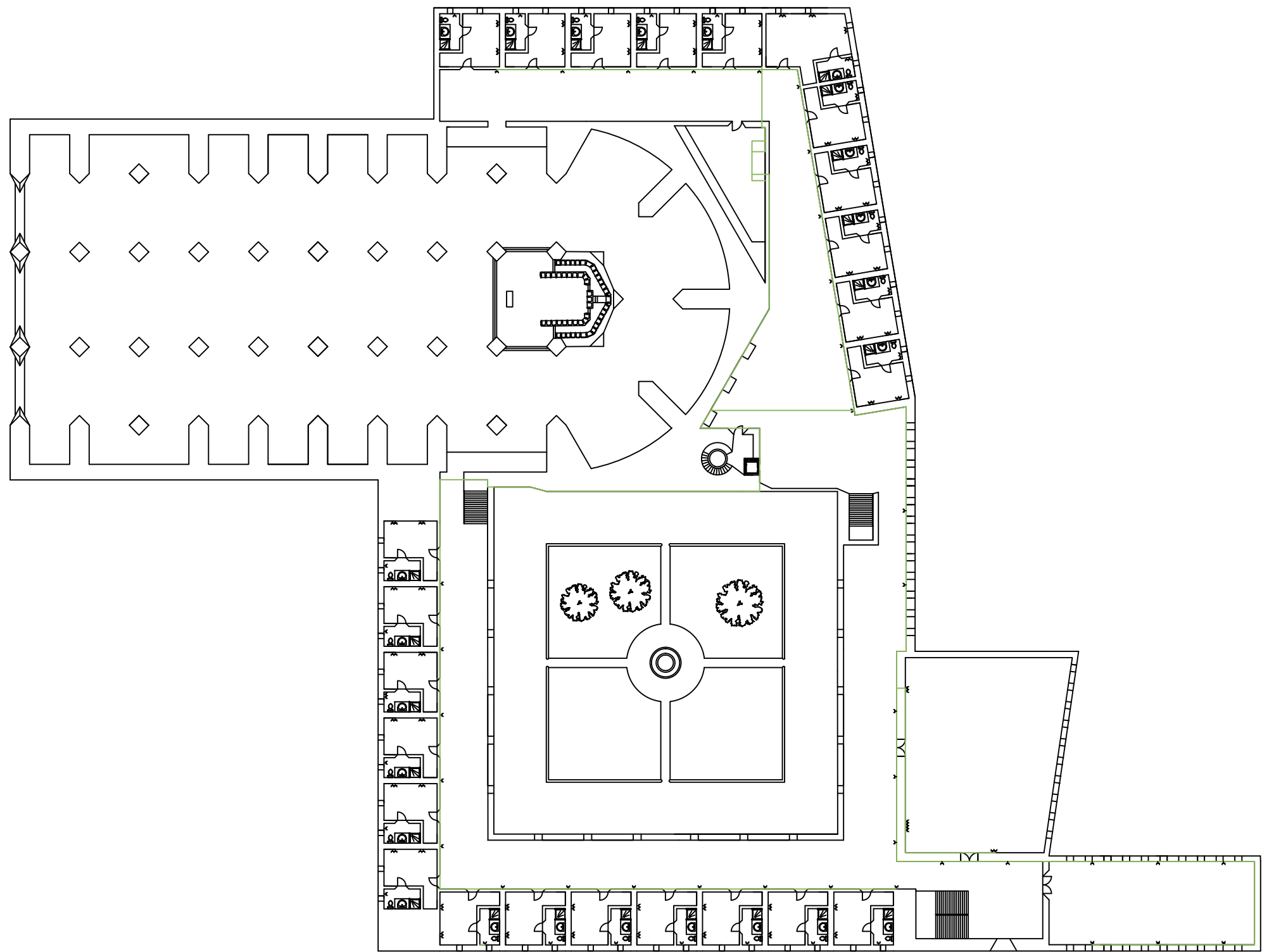


Toma monofásica 16 A 2P+T


Toma trifásica 16 A 3P+T

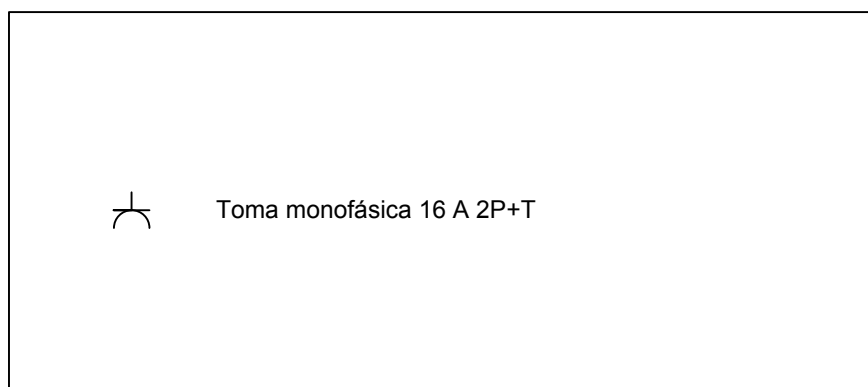
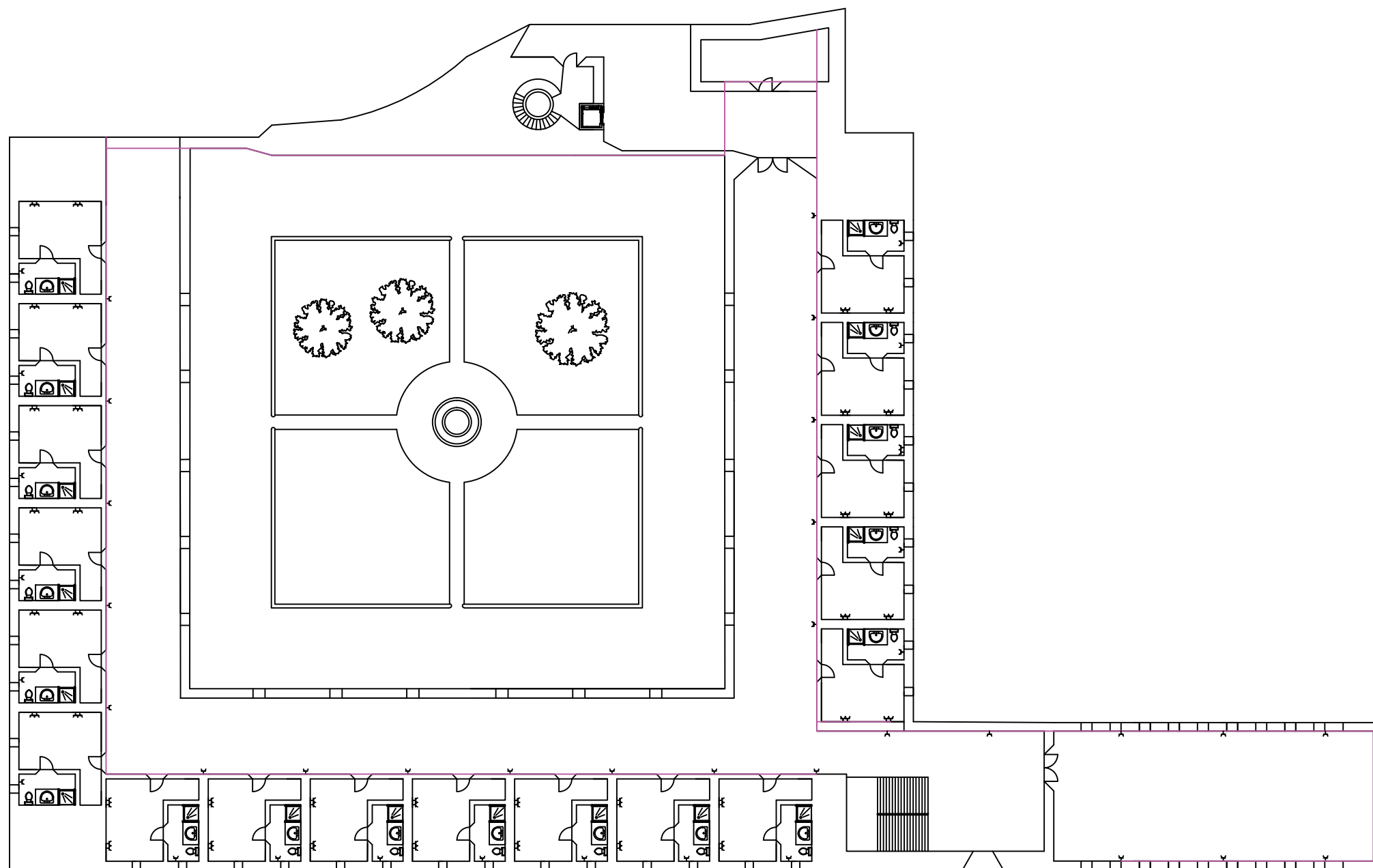
Toma monofásica 25 A 2P+T

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO:		
			VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
			FIRMA:		
PLANO: FUERZA PLANTA BAJA			FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
			09/2014	1:400	15

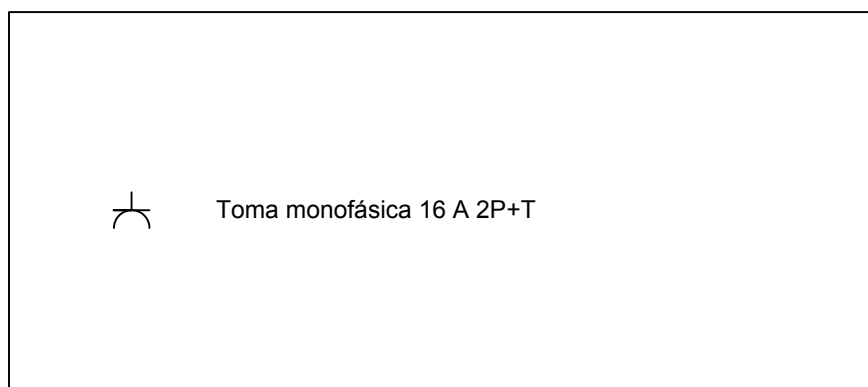
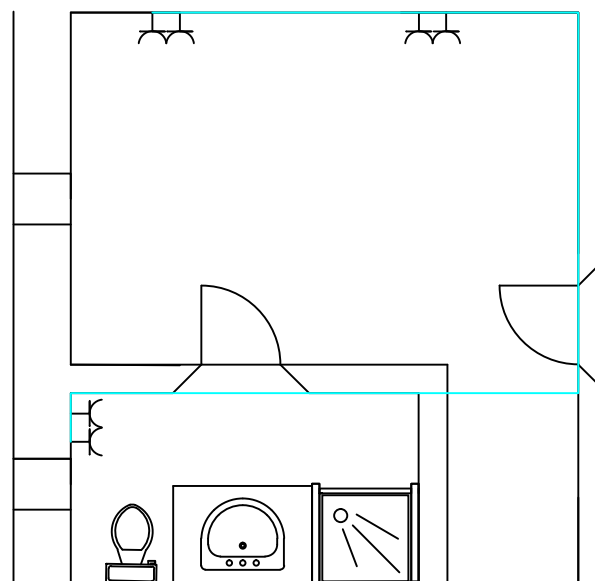


Toma monofásica 16 A 2P+T

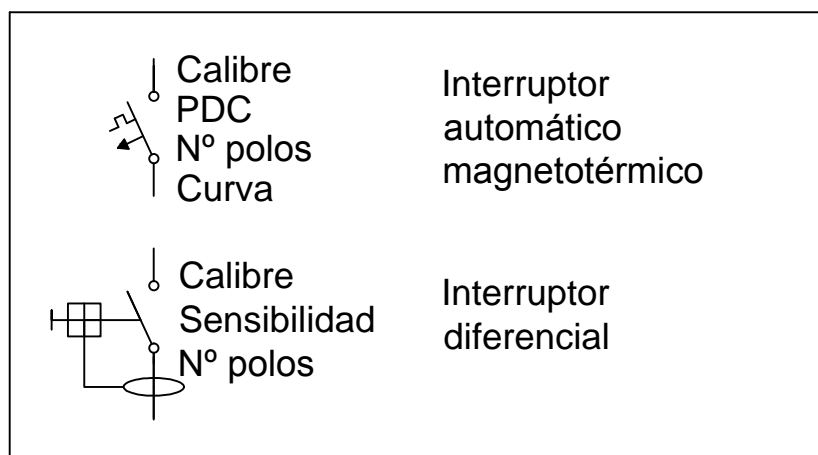
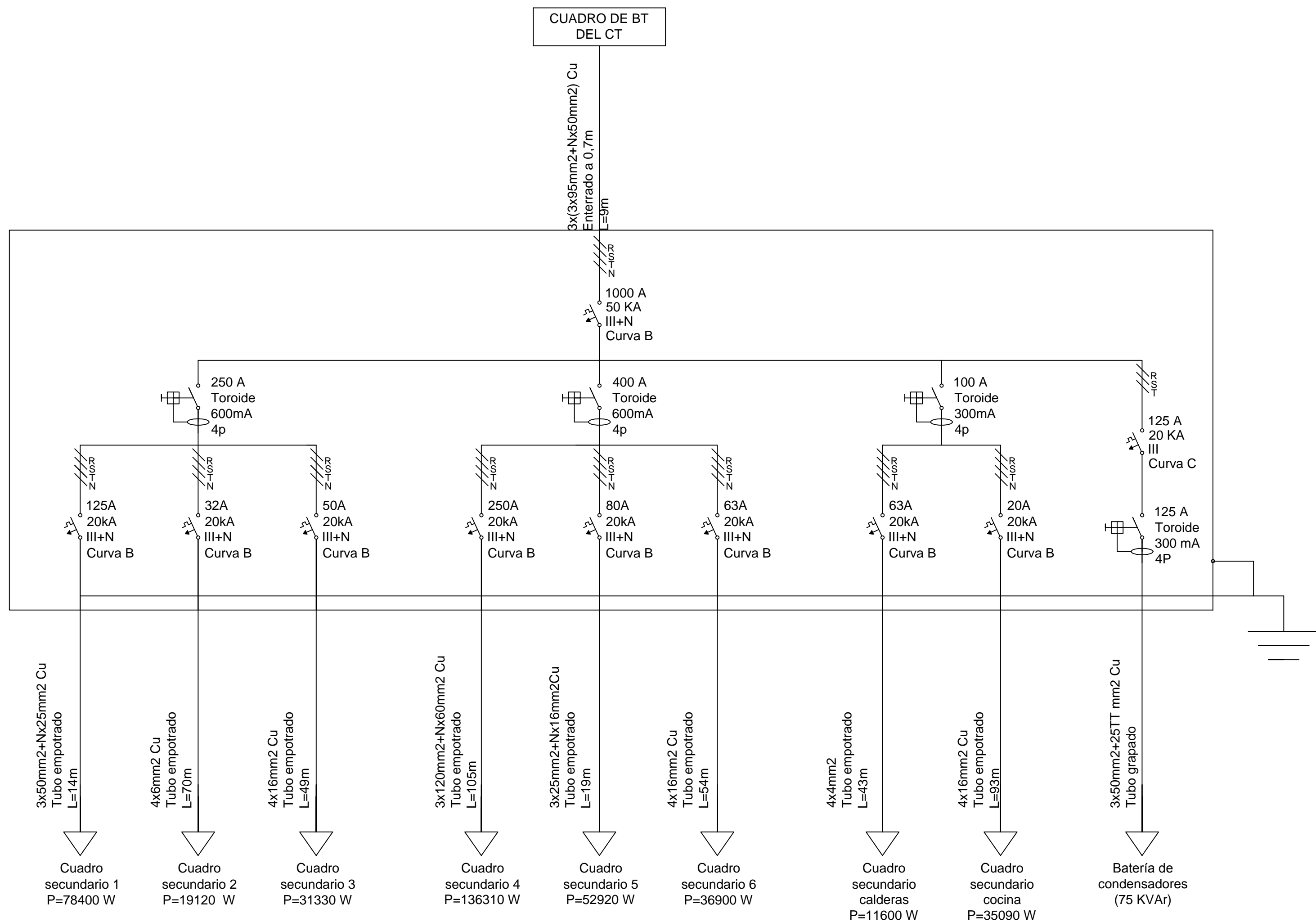
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO:		REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO:		FIRMA:		
FUERZA PRIMERA PLANTA		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		09/2014	1:400	16



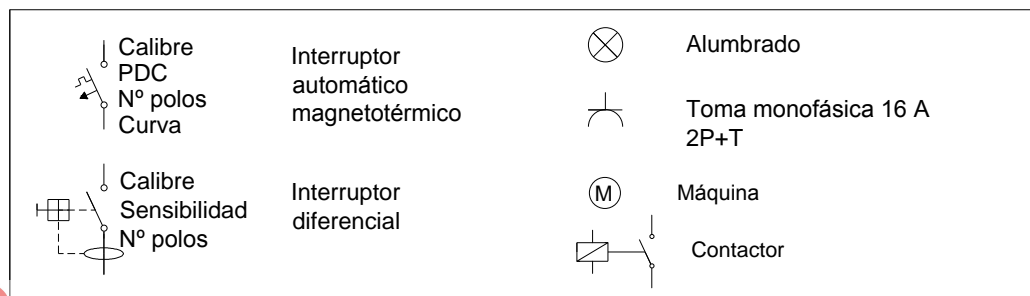
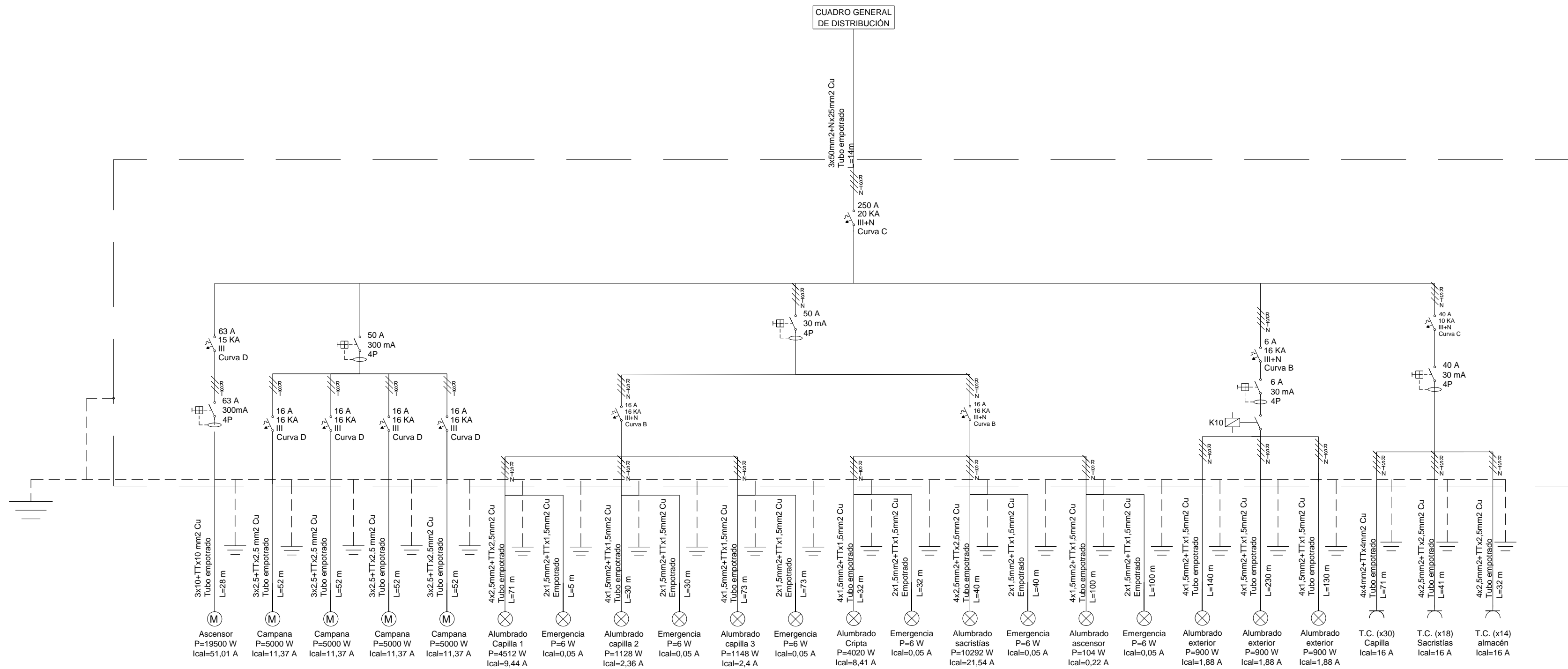
 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO:		
			VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO: FUERZA SEGUNDA PLANTA			FIRMA:		
			FECHA:	ESCALA:	NºPLANO:
			09/2014	1:400	17



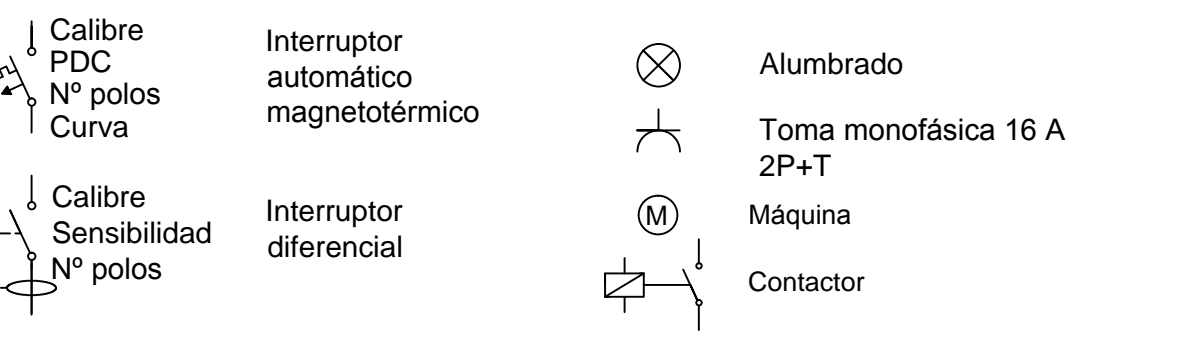
 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
			FIRMA:		
PLANO: FUERZA DORMITORIOS			FECHA: 09/2014	ESCALA: 1:100	NºPLANO: 18



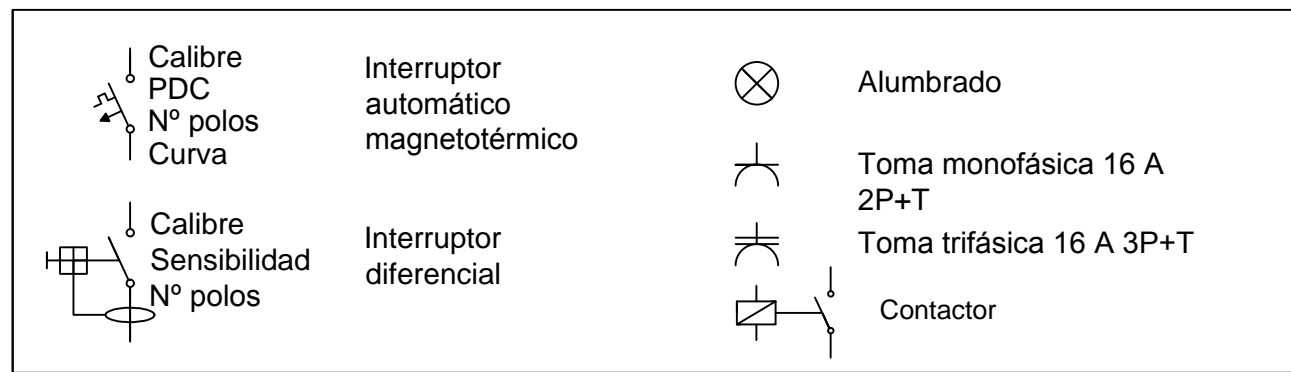
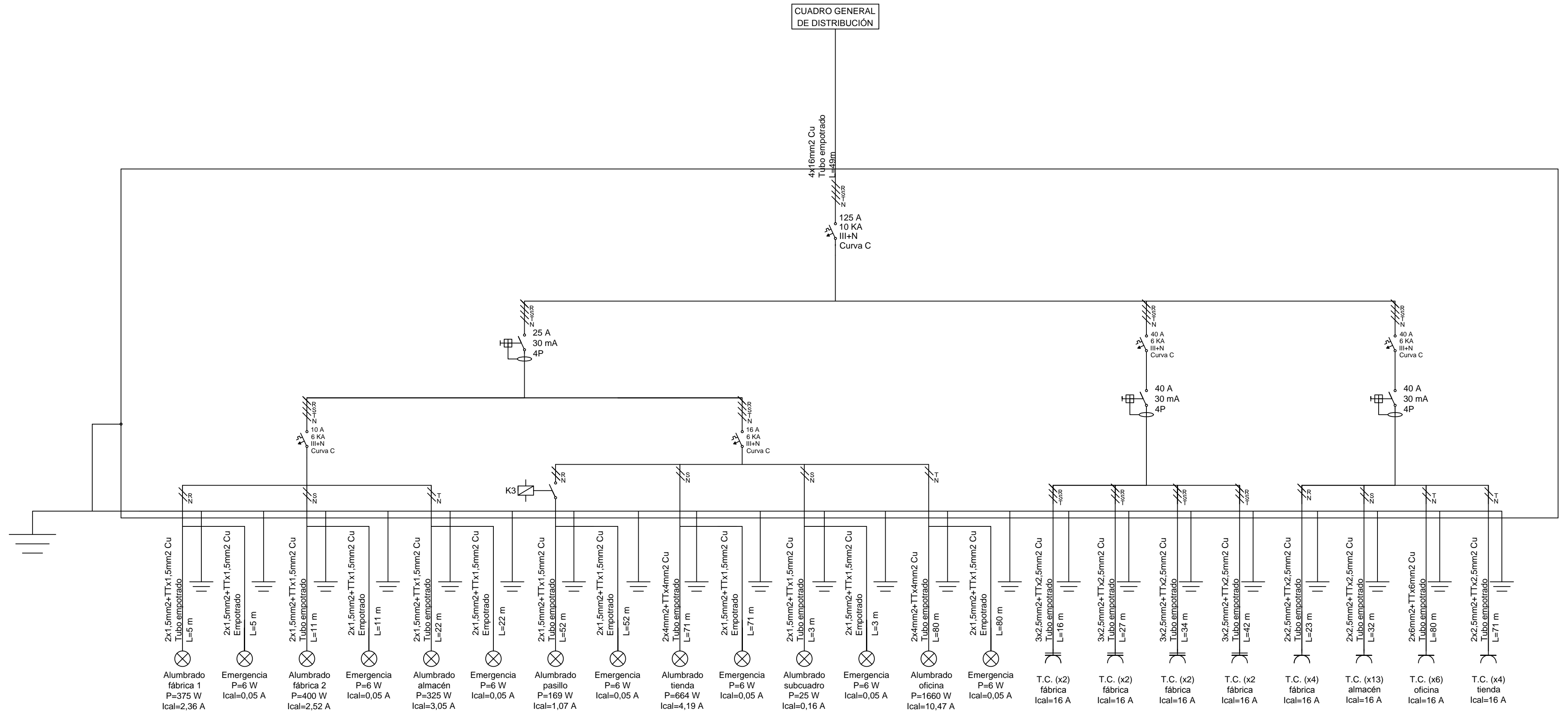
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO:		REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ	
PLANO:		FIRMA:	
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL		FECHA:	ESCALA:
		09/2014	NºPLANO:
			19



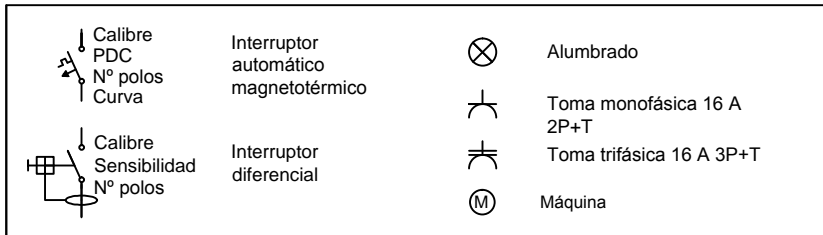
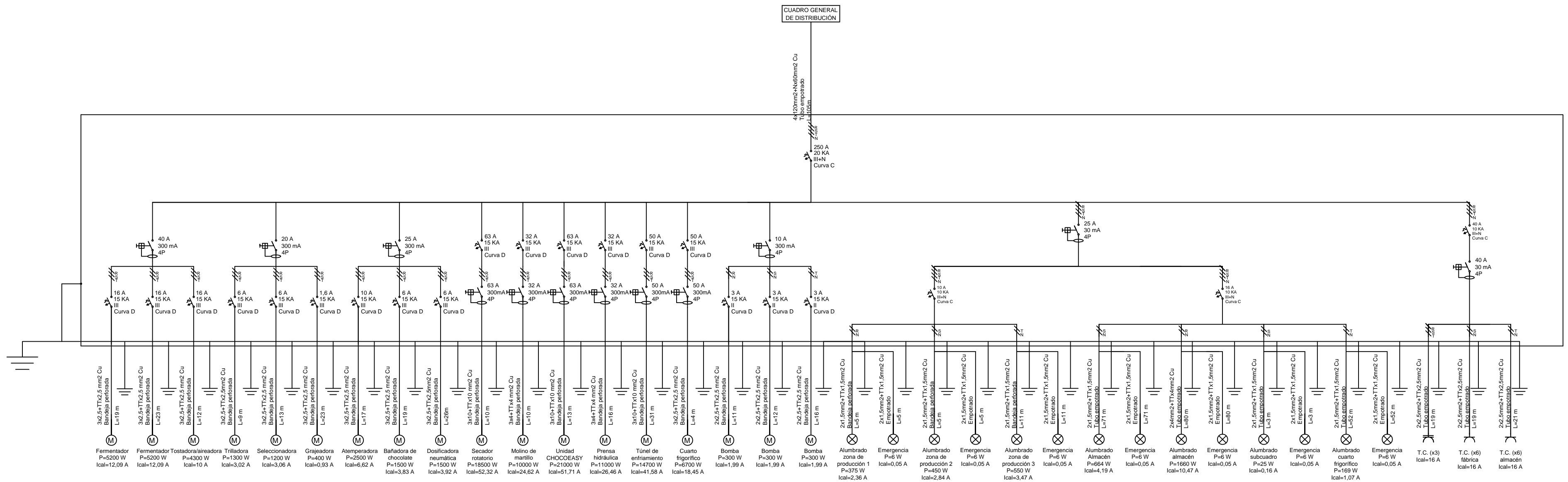
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO:		REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO:		FIRMA:		
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 1		FECHA:	ESCALA:	NºPLANO:
		09/2014		20



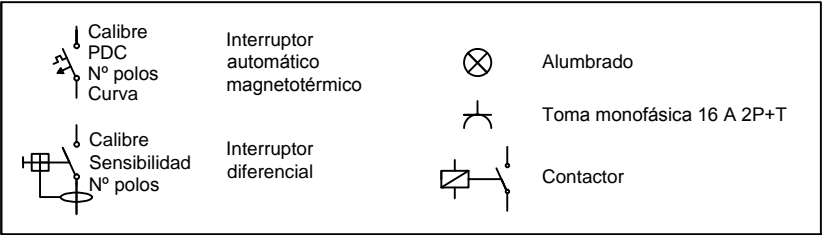
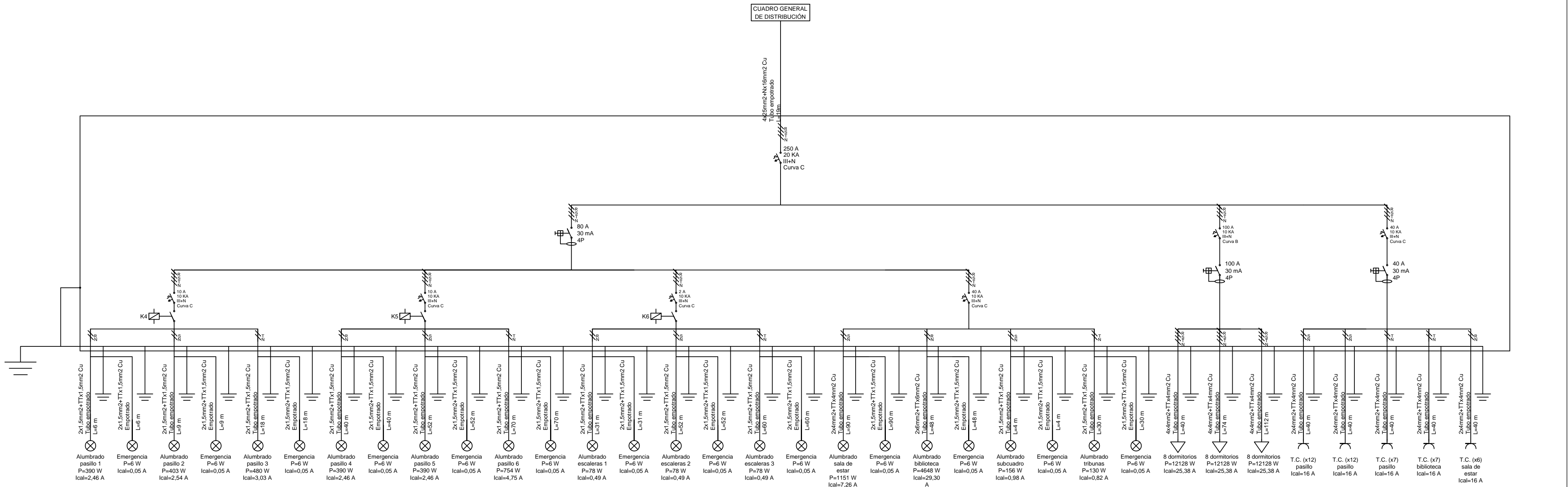
 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i></div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO:		
			VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
			FIRMA:		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 2			FECHA: 09/2014	ESCALA:	NºPLANO: 21



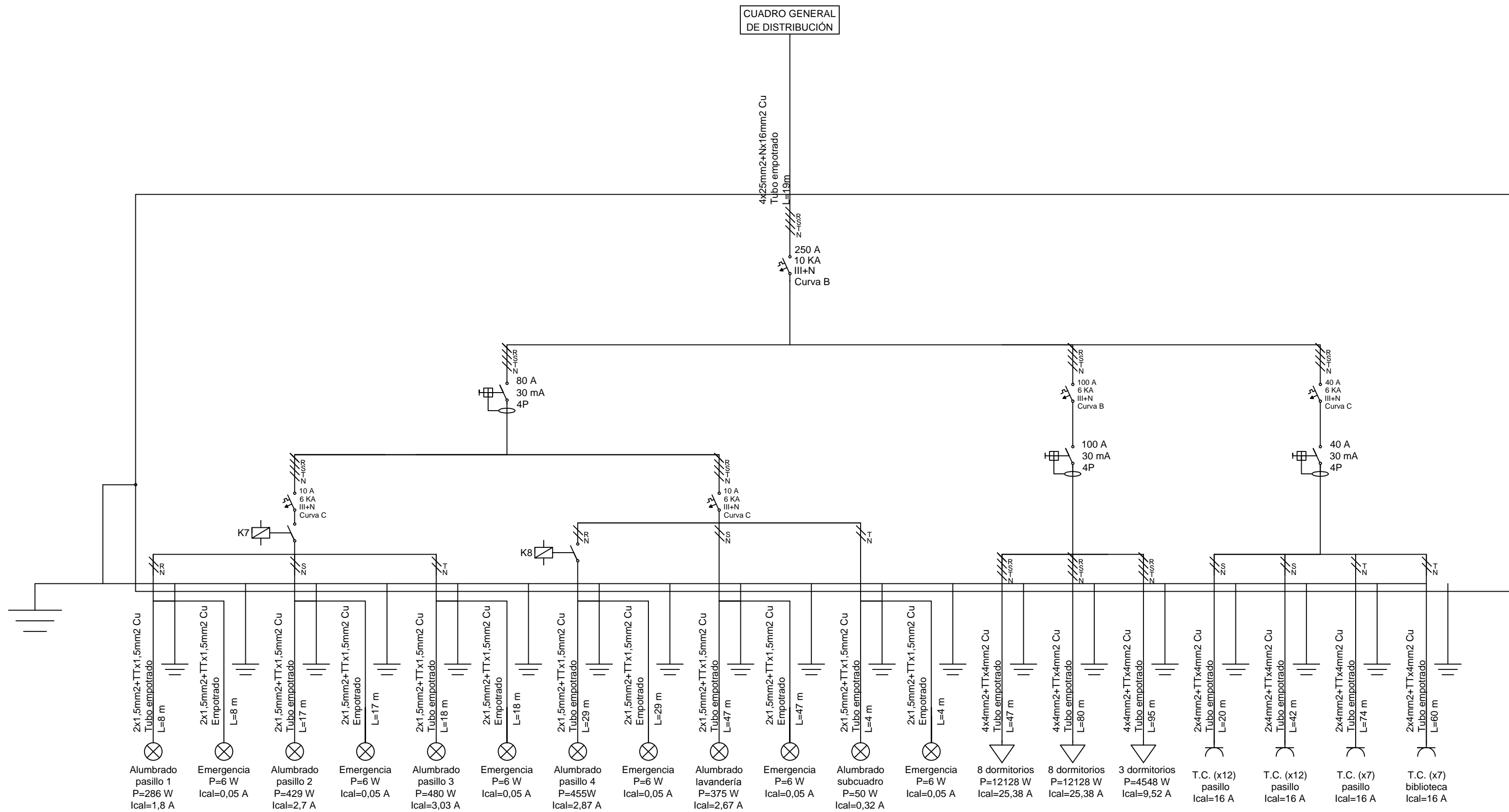
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO:		REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ	
PLANO:		FIRMA:	
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 3		FECHA:	ESCALA:
		09/2014	
		NºPLANO:	
		22	



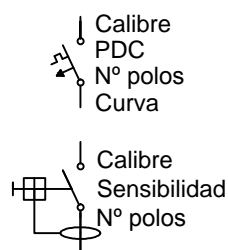
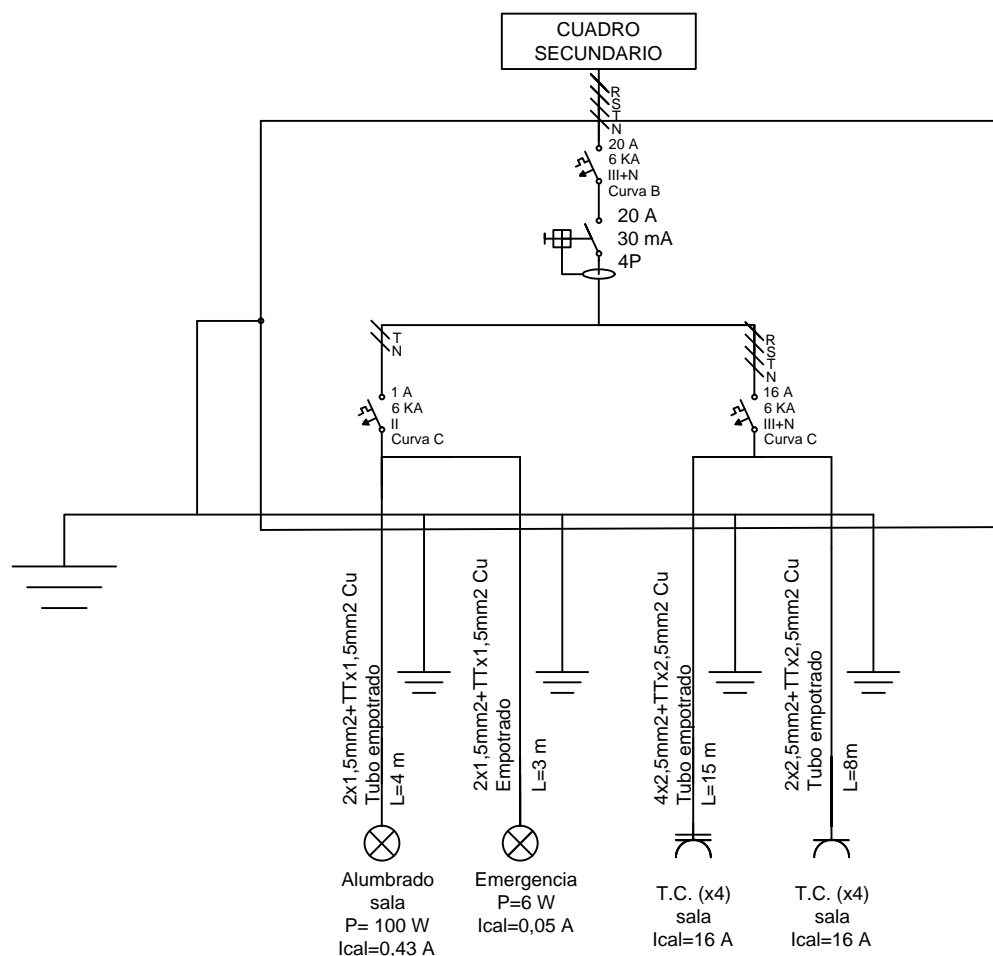
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	DEPARTAMENTO: E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 4		FECHA: 09/2014	ESCALA:	Nº PLANO: 23



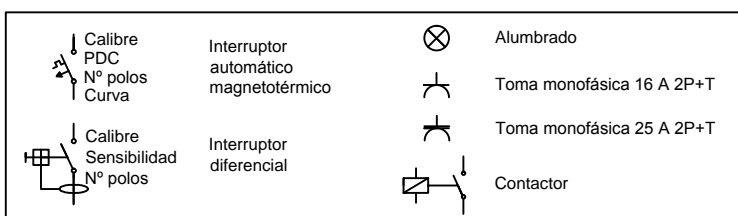
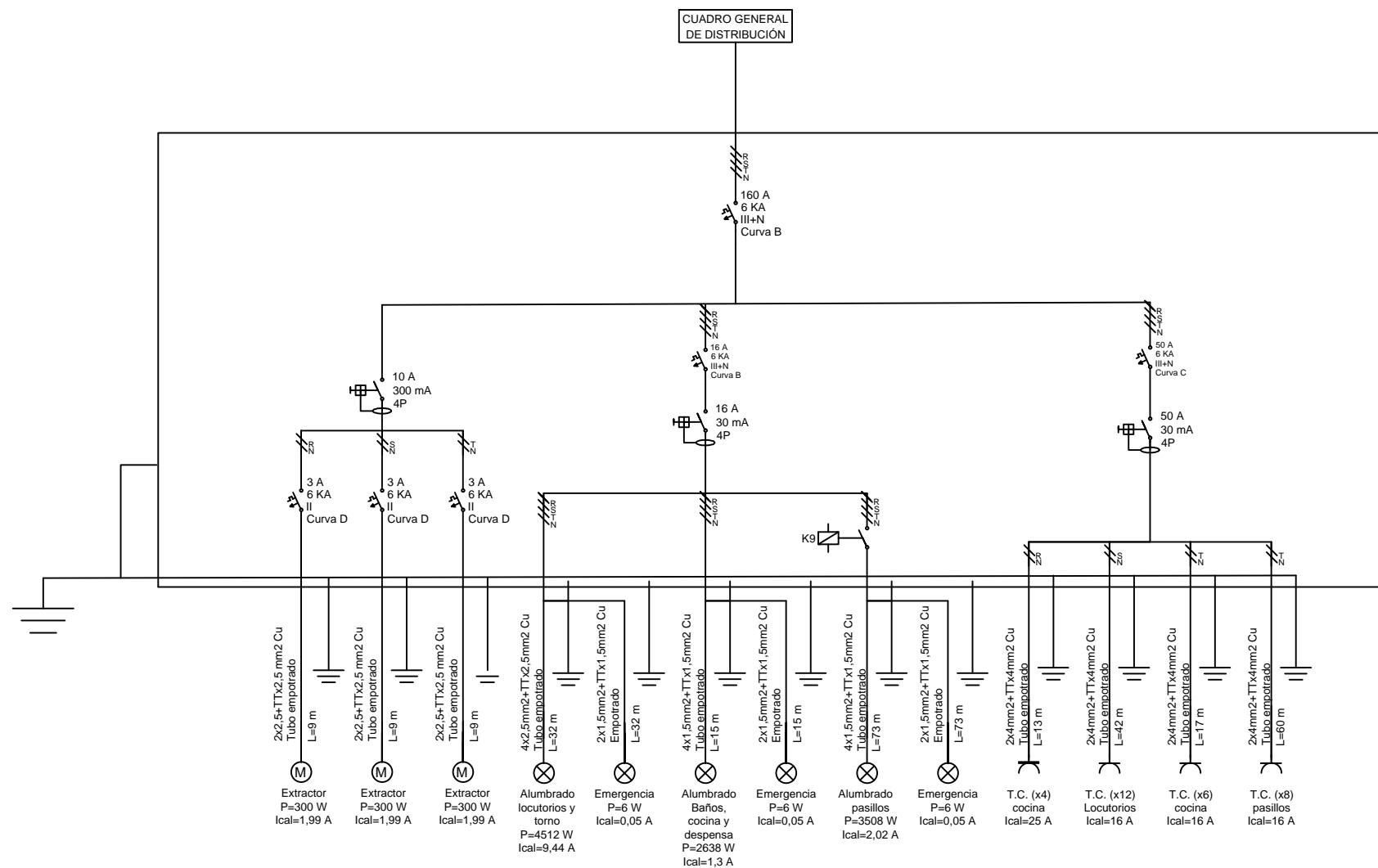
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 6		FIRMA:
FECHA: 09/2014		ESCALA:
		Nº PLANO: 25



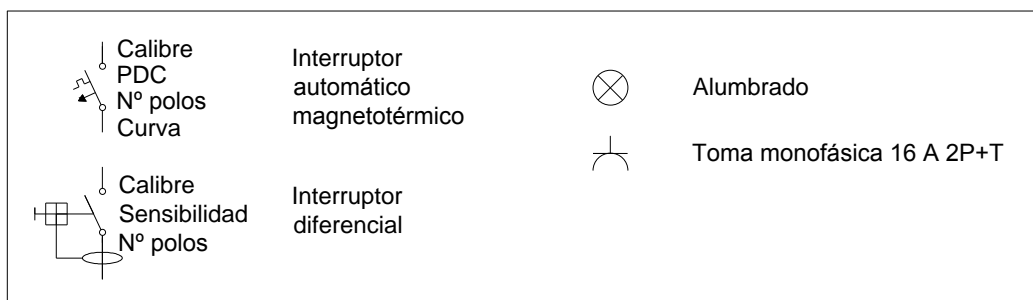
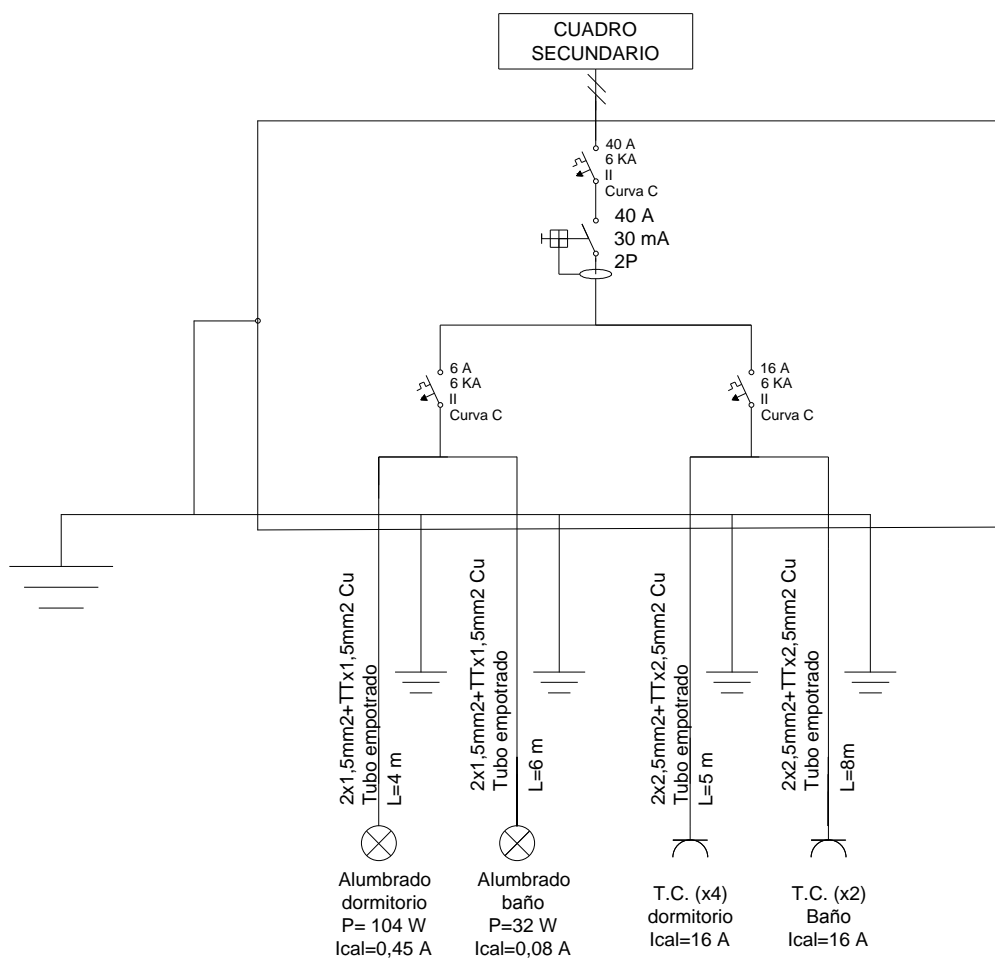
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO:		REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO:		FIRMA:		
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 6		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		09/2014		25



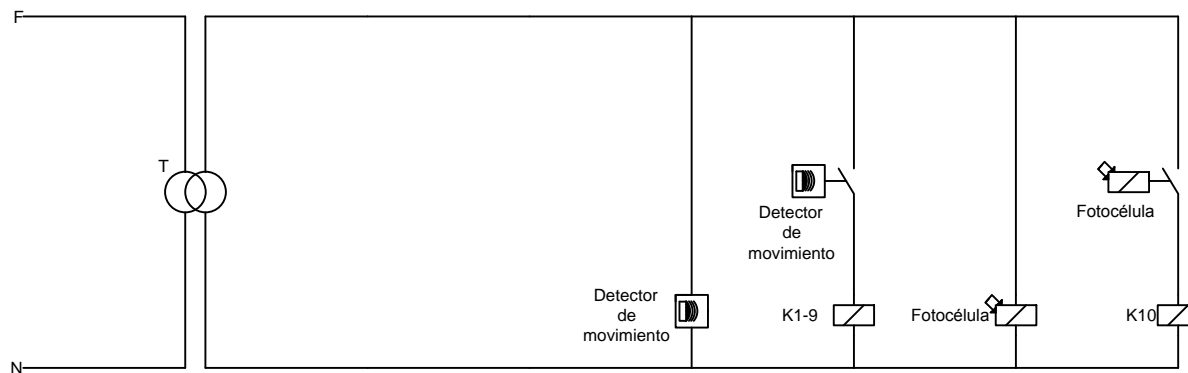
 <div>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO:	
			VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO CALDERAS			FIRMA:	
			FECHA: 09/2014	ESCALA: NºPLANO: 26



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO:
		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ
		FIRMA:
PLANO: UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO COCINA		FECHA:
		09/2014
		ESCALA:
		Nº PLANO:
		27

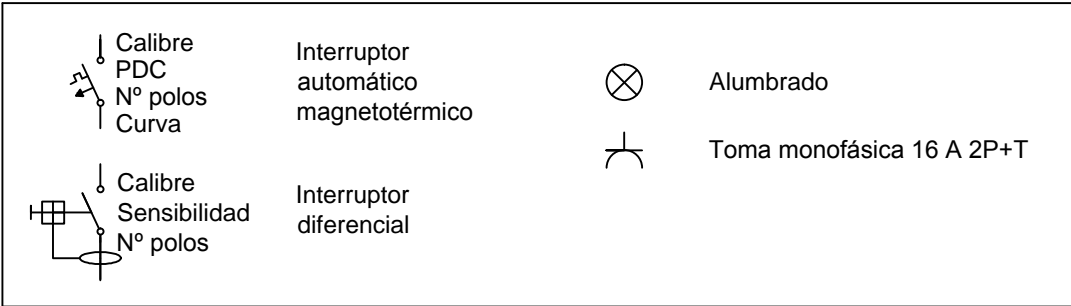
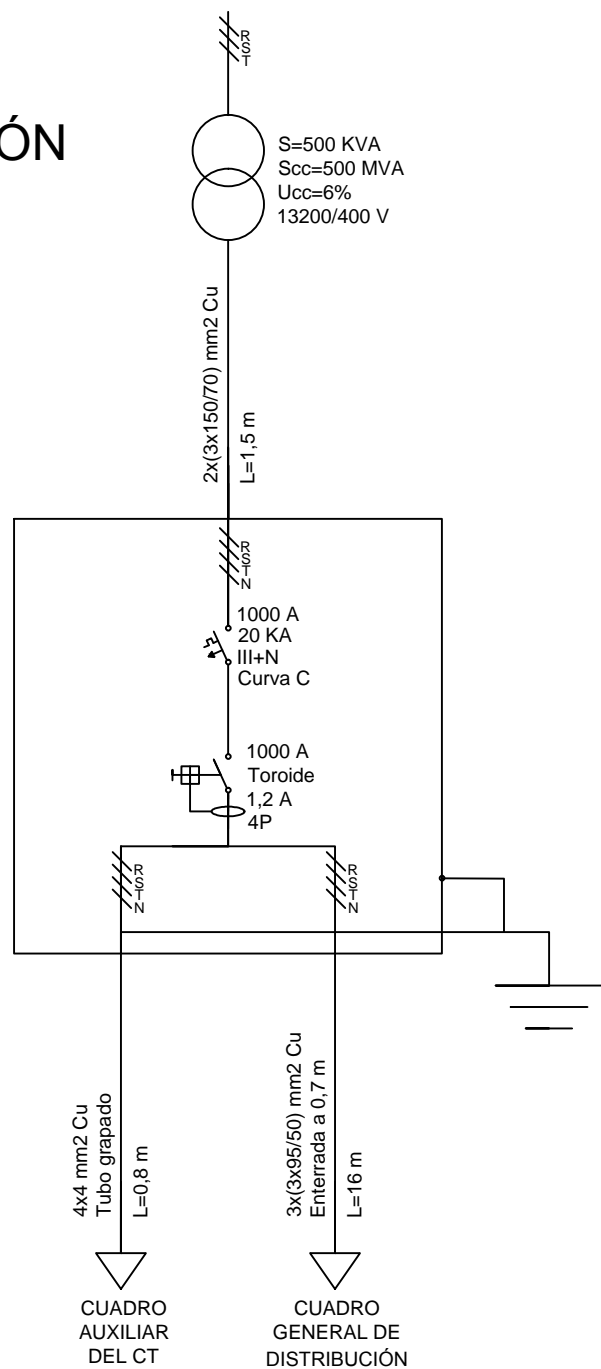


	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
			FIRMA:		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DORMITORIO			FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
			09/2014		28

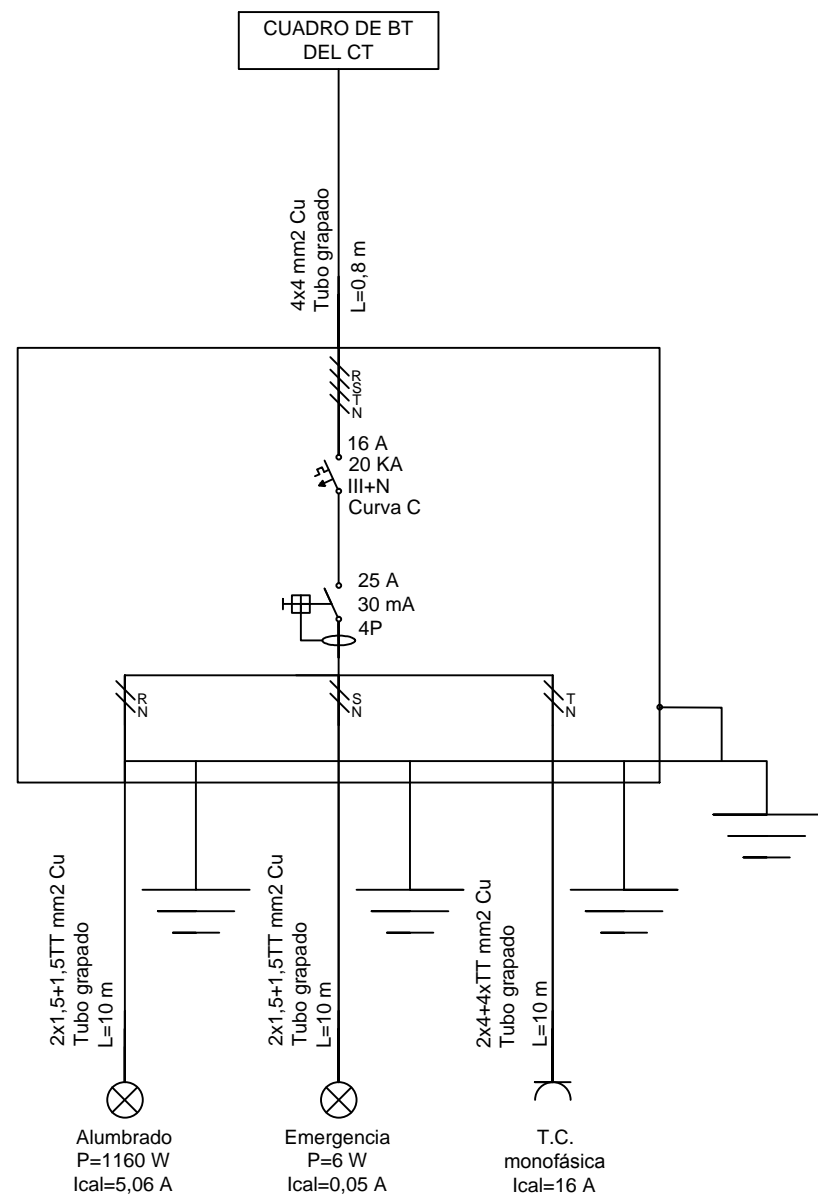


 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ			
	FIRMA:			
PLANO: ESQUEMA ALUMBRADO MANDO	FECHA: 09/2014	ESCALA:	Nº PLANO: 29	

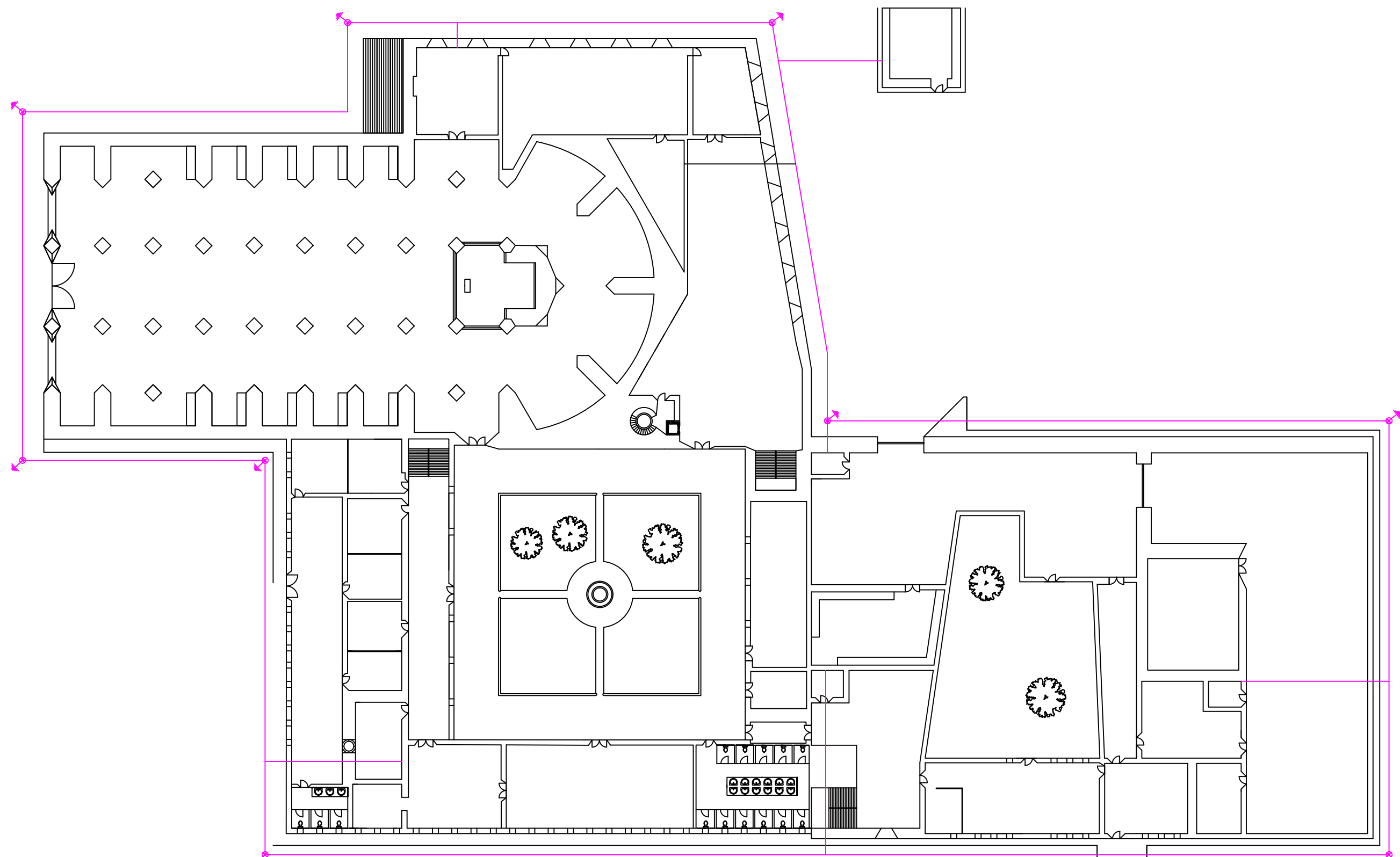
CUADRO DE B.T.
DEL CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN



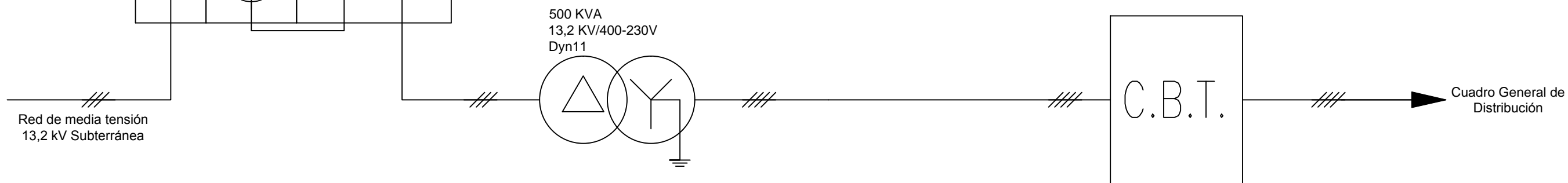
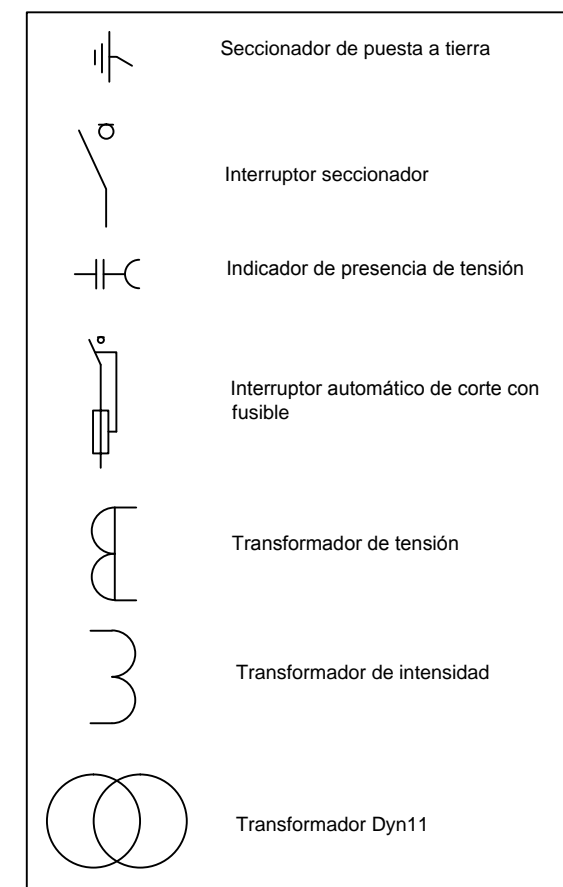
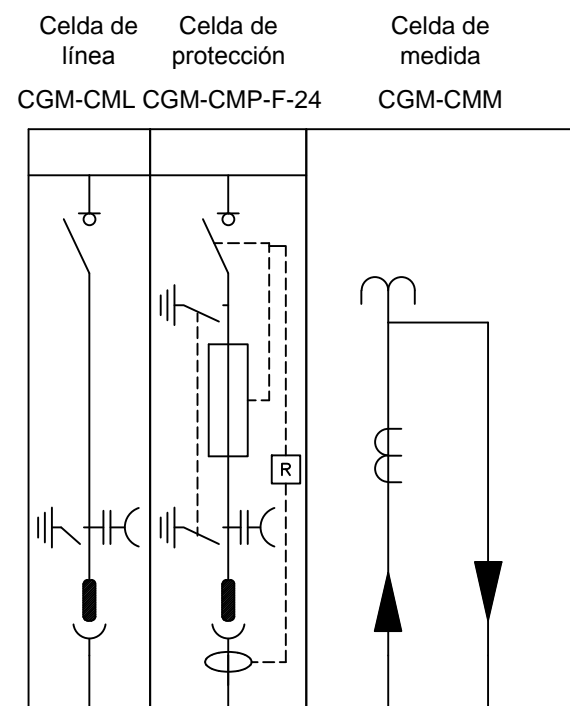
CUADRO AUXILIAR
DEL CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO:			REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO:			FIRMA:		
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DE BT Y AUXILIAR DEL CT			FECHA:	ESCALA:	NºPLANO:
			09/2014		30



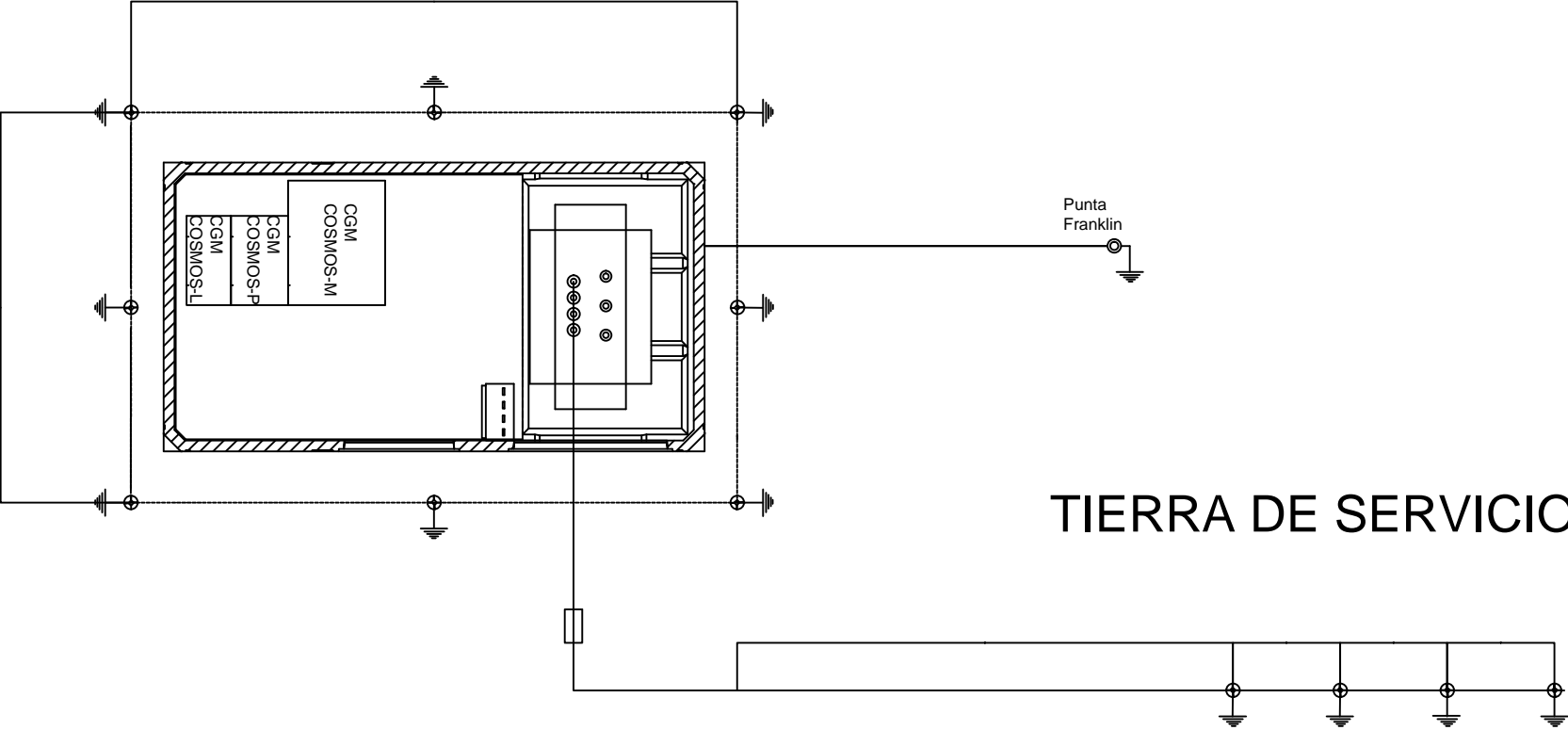
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO:		REALIZADO:		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ		
PLANO:		FIRMA:		
PLANTA BAJA		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		09/2014	1:400	31









CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CELDAS	
CGM-CML: Celda de línea	Un=24KV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo. Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	Un=24KV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo. Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA Fusibles: 3x63A
CGM-CMM: Celda de medida	Un=24KV, In=400A 3 Transformadores de intensidad de relación 40-45/5A Clase 05 Aislamiento 24KV. 3 Transformadores de tensión de relación 13200-22000/110 Clase 05 Aislamiento 24KV.

 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO:		REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UN MONASTERIO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		VIVES GALARZA, CLAUDIO	
PLANO:		FIRMA:	
ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FECHA:	ESCALA:
		04/2012	
		NºPLANO:	
			32

TIERRA DE PROTECCIÓN



TIERRA DE SERVICIO

	Pica de cobre de 2m de longitud y 14mm de diámetro		Conductor de cobre desnudo de 50mm2
	Arqueta de registro		Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra
	Punta Franklin		Conductor de cobre aislado 0,6/1 KV de 50 mm2

VIVES GALARZA, CLAUDIO JOSÉ



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UN MONASTERIO
CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLIEGO DE CONDICIONES

Claudio José Vives Galarza

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, septiembre de 2014



ÍNDICE

4.1. OBJETO	4
4.2. CONDICIONES GENERALES	4
4.2.1. Ámbito de aplicación	4
4.2.2. Conformidad o variación de las condiciones	4
4.2.3. Rescisión del contrato	4
4.2.4. Condiciones	5
4.2.5. Ejecución de la obra	5
4.2.6. Materiales y aparatos y su procedencia	5
4.2.7. Modificaciones	6
4.2.8. Trabajos defectuosos	6
4.2.9. Medios auxiliares	6
4.2.10. Conservación de las obras y plazos de garantías	6
4.2.11. Recepción provisional de las obras	7
4.2.12. Recepción definitiva	7
4.2.13. Personal	7
4.3. CONDICIONES DE EJECUCIÓN	8
4.3.1. Datos de la obra	8
4.3.2. Obras que comprende	8
4.3.3. Mejoras y variaciones del proyecto	9
4.3.4. Personal	9
4.4. CONDICIONES PARTICULARES	9
4.4.1. Disposiciones aplicables	9
4.4.2. Contradicciones y omisiones del proyecto	10
4.4.3. Prototipos	10
4.5. CONDICIONES TÉCNICAS	10
4.5.1. Condiciones generales	10
4.5.2. Materiales eléctricos	11
4.5.3. Conductores	12
4.5.3.1. Materiales	12
4.5.3.2. Identificación de los conductores	12
4.5.3.3. Caídas de tensión	12
4.6. REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	13
4.6.1. Objetivo	13



4.6.2. Condiciones generales	13
4.6.3. Ejecución del trabajo	13
4.6.4. Trazado de zanjas	13
4.6.5. Tendido de conductores.....	14
4.6.6. Identificación de conductores	15
4.6.7. Cierre de zanjas	15
4.7. RECEPTORES	15
4.7.1. Condiciones generales de la instalación	15
4.7.2. Tensiones de alimentación.....	16
4.7.3. Conexión de receptores	16
4.7.4. Utilización de los que desequilibren fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida	17
4.7.5. Compensación del factor de potencia.....	17
4.7.6. Receptores para alumbrado	17
4.7.7. Receptores para aparatos de caldeo	18
4.7.8. Receptores para motores.....	18
4.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES	19
4.8.1. Protección de las instalaciones	19
4.8.1.1. Protección contra sobreintensidades.....	19
4.8.1.2. Protección contra sobretensiones.....	19
4.8.2. Situación de los dispositivos de protección.....	19
4.8.3. Características de los dispositivos de protección	20
4.9. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	20
4.9.1. Protección contra contactos directos	20
4.9.2. Protección contra contactos indirectos	21
4.10. MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA	21
4.11. PUESTA A TIERRA.....	22
4.12. ALUMBRADOS	22
4.12.1. Alumbrado de señalización	22
4.12.2. Alumbrado de emergencia.....	23
4.12.3. Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales	23
4.12.4. Fuentes propias de energía	23
4.13. LOCAL.....	24
4.14. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	25
4.14.1. Obra civil	25
4.14.2. Aparamenta de media tensión.....	25



4.14.3. Transformador de potencia.....	26
4.14.4. Equipos de medida.....	26
4.14.5. Normas de ejecución de las instalaciones.....	27
4.14.6. Pruebas reglamentarias	27
4.14.7. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	27
4.14.8. Disposiciones de registro.....	28



4.1. OBJETO

El presente pliego de condiciones tiene como objeto establecer los requisitos a los que se deben ajustar las ejecuciones de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas y controles de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el desarrollo del mismo.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que aquí se indican, no tienen carácter limitativo, teniendo que efectuar, además de las descritas, todas las necesarias para la correcta ejecución del proyecto.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa de fuerza, alumbrados exterior, interior y de emergencia, toma de tierra y centro de transformación del monasterio dedicado a la elaboración de chocolate. Dicho complejo estará emplazado en el despoblado de Vergalijo, en el término municipal de Miranda de Arga.

4.2. CONDICIONES GENERALES

4.2.1. Ámbito de aplicación

En el presente documento se exponen aquellas condiciones que deben ser aplicadas en las obras de suministro y colocación de cada pieza o unidades de obra necesarias para el desarrollo de la instalación eléctrica del monasterio.

4.2.2. Conformidad o variación de las condiciones

Se aplicarán todas las condiciones para todas las obras citadas en el punto anterior. El personal ejecutor de la obra debe conocer este pliego de condiciones, admitiendo únicamente las modificaciones que se requieran por parte del autor del proyecto.

4.2.3. Rescisión del contrato

En caso de que la ejecución de la obra no fuera efectuada o el material a utilizar no reuniesen las condiciones aquí detalladas, se podrá proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.

Si se llega a rescindir el contrato, se fijará un plazo en el que se tomen las medidas de corrección. Este tiempo ocasionará una paralización que perjudicará las obras, desde el punto en que no se podrán comenzar más trabajos hasta que se hayan llevado a cabo las medidas requeridas.



4.2.4. Condiciones

El contratista deberá cumplir todas las condiciones de calidad, así como las condiciones de recepción de materiales y sus características. Se deberán entregar al contratista copias de los planos, de la memoria y del pliego de condiciones; también se deberán facilitarle todos aquellos datos que precise para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá anotar o reproducir el presupuesto y los anexos del proyecto bajo su responsabilidad. Las ofertas que presenten la empresa instaladora o el instalador deberán ajustarse a las especificaciones técnicas del proyecto, tomando la plena responsabilidad en cuando al correcto funcionamiento se refiere.

4.2.5. Ejecución de la obra

Las obras se darán comienzo y deberán ser finalizadas en los plazos previstos contractualmente. En dichos plazos se incluyen el trabajo de replanteo, la limpieza final de la obra, la corrección de los defectos observados en la recepción provisional de la obra y la entrega de la documentación final de la misma.

El contratista deberá entregar un programa de la obra con la fecha de terminación acordada en el contrato. Nunca podrá excusarse el incumplimiento de los plazos estipulados por falta de documentos u órdenes de la dirección facultativa, a la cual deberá tener informada, a excepción de que se hayan solicitados los aplazamientos pertinentes por escrito. Además, debe ajustarse a las disposiciones del proyecto y/o a las órdenes escritas.

Por otro lado, si la dirección facultativa decide presentar algún trabajo de modo urgente, exigirá su fecha de comienzo y terminación. En caso de que el contratista no las cumpla podrá ser sustituido por otro. Los gastos obtenidos por este cambio serán cobrados de los beneficios que obtenga el contratista.

4.2.6. Materiales y aparatos y su procedencia

Los materiales a contratar son los indicados en la oferta. Si en alguna partida del proyecto apareciera: “o equivalente”, se entiende que éste tendrá las mismas características que el reseñado. El contratista deberá presentar muestras de los materiales que se soliciten, siempre con antelación prevista en el calendario de obra. Cualquier cambio que se efectúe sin estar aprobado por la dirección facultativa dará lugar a su inmediata sustitución siendo considerado como defectuoso.



4.2.7. Modificaciones

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente y por escrito por el director de obra. Antes de la ejecución de cualquier modificación, el coste deberá ser conocido y aprobado.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independientemente del contratista.

4.2.8. Trabajos defectuosos

El contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir. En caso de una mala ejecución por su parte o de una deficiente calidad de los materiales y aparatos empleados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno el hecho de que, por parte del arquitecto director o su auxiliar, no se le haya llamado la atención, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de la obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Así mismo, será responsabilidad del contratista la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta la entrega de la misma.

En caso de que el arquitecto o su representante tengan noticia de cualquier defecto o error de construcción, se podrá ordenar la demolición o reconstrucción en la parte necesaria, cargando con los gastos el contratista. Si la demolición y la reconstrucción no pudieran ser llevadas a cabo, se actuará sobre la devaluación económica de las unidades en cuestión.

4.2.9. Medios auxiliares

Si el contratista necesita ayuda de personal, elementos de transporte, colocación de material y demás, podrá contratarlos siempre que los gastos corran por su cuenta, ya que tiene que hacer una instalación completa.

4.2.10. Conservación de las obras y plazos de garantías

El plazo de garantía comenzará al día siguiente de la firma del acta de recepción provisional de la obra y concluirá 12 meses después, a no ser que se indique lo contrario. El contratista, como ya se ha dicho en puntos anteriores, deberá reparar cualquier avería que pueda presentar la instalación, ya sea por una mala utilización o por defectos del material utilizado.



Se establece un aseguramiento de los resultados y de entrega de la documentación pertinente previa a la recepción provisional que vencerá en el momento en el que el contratista entregue:

- Resultados de las pruebas realizadas con el reglamento vigente.
- Libro de mantenimiento.
- Planos de la instalación terminada.

En caso de que el contratista no cumpla con los apartados anteriores, el propietario podrá encargar la obra a terceros.

4.2.11. Recepción provisional de las obras

La recepción provisional de las obras debe ser firmada por el propietario, su servicio de mantenimiento, la dirección facultativa y el contratista. Para formalizarla es necesario que el contratista haya entregado tres copias de la documentación final de obra corregidas con las observaciones correspondientes. Las copias deberán ser entregadas al propietario, a la dirección facultativa y a la empresa de control de calidad. Además, debe adjuntarse una fotocopia de un documento de conformidad del propietario de y de la dirección facultativa en el que se manifiesta que se ha recibido la documentación de obra corregida.

Si en el momento de ocupar la obra y utilizar las instalaciones, no han sido completadas las pruebas o la documentación correspondientes por causas ajenas a la propiedad, dirección facultativa o control de calidad, se le retendrá al contratista la liquidación final y la fianza establecida, y esas cantidades de dinero se utilizarán para terminar los trabajos restantes y abono de daños y perjuicios.

4.2.12. Recepción definitiva

La recepción definitiva se firmará 12 meses después de la recepción provisional de las obras, siguiendo los mismos trámites que en esta última.

Solo son recibidas aquellas instalaciones que estén en perfecto estado y funcionamiento. Si se da un fallo por incumplimiento del contratista, éste responderá a los daños y perjuicios.

La recepción definitiva de las obras implica la extinción de la responsabilidad administrativa.

4.2.13. Personal

El contratista es el responsable de contratar toda la mano de obra necesaria para la ejecución de los trabajos y en las condiciones previstas por el contrato y en las fijadas en la normativa laboral.

Documento: Pliego de condiciones

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez para cumplir los plazos previstos, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

La designación de esta persona la hace la dirección facultativa y también sus sustituciones, además, debe entregarle mensualmente la lista del personal en obra, tanto propio como subcontratado con justificación, cotizado por la seguridad social y con seguro que cubra daños a propios y a terceros.

La adjudicación a subcontratistas se realiza con sujeción al plan de trabajos, garantizan su instalación durante el mismo plazo indicado en el contrato para el contratista principal, siendo responsables de las reposiciones, sustituciones y demás.

Los nombres del jefe de obra y el encargado serán incluidos. El encargado deberá permanecer en la obra durante todas las jornadas laborales.

El trabajo diario es limitado por las leyes del lugar de trabajo. No se permiten horas extras sin autorización de la dirección facultativa, por lo que si el contratista no puede cumplir con el plan previsto, deberá ampliar la plantilla para cumplir con los plazos acordados, pero nunca subsanar los retrasos mediante horas extras.

4.3. CONDICIONES DE EJECUCIÓN

4.3.1. Datos de la obra

Se entregarán al contratista copias de los planos, la memoria y el pliego de condiciones, así como cuantos planos o datos precise para la completa ejecución de la obra. El contratista podrá anotar o reproducir el presupuesto y los anexos del proyecto bajo su responsabilidad.¹ Éste será el responsable de conservar en perfecto estado los originales para después ser devueltos al director de obra tras su utilización.

4.3.2. Obras que comprende

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en el presente pliego de condiciones y el particular, si lo hubiere, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

¹ Cf. Pliego de condiciones.



El contratista, salvo por aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.²

Las obras que comprenden este proyecto abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica del monasterio, teniendo en cuenta que el complejo comprende diversas estancias, como las propias del monasterio o las de una fábrica de productos alimentarios., así como el centro de transformación.

4.3.3. Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas modificaciones que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el director de obra y convenido el precio antes de proceder a su ejecución.³

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación podrán ejecutarse con personal especializado independientemente del contratista.

4.3.4. Personal

El contratista no podrá emplear en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista debe tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.⁴ El contratista tendrá al frente de los trabajadores personal idóneo.

4.4. CONDICIONES PARTICULARES

4.4.1. Disposiciones aplicables

En todas las instalaciones deberán aplicarse los puntos que se puntualizan a continuación:

² Cf. 5.2 del Pliego de condiciones.

³ Cf. 2.7 del Pliego de condiciones.

⁴ Cf. 2.13 del Pliego de condiciones.



- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del Instituto de Normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa las especificaciones recogidas en las normas internacionales ISO, CIE, CEI o en su defecto las DIN, UTE o rango equivalente.
- Normas que el propietario exige como, las propias de la Orden Cisterciense de la Estricta Observancia o el Código de Derecho Canónico.
- Normas de la compañía suministradora de energía, en este caso Iberdrola.

4.4.2. Contradicciones y omisiones del proyecto

Aquellos datos que estén mencionados en la memoria del presente proyecto y hayan sido omitidos en los planos, o viceversa, deberán ser ejecutados como si estuviera expuesto en ambas partes. En caso de que existiera alguna contradicción entre los planos y la memoria, prevalecerá aquello que esté recogido en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo la intención expuesta en los planos y en este pliego de condiciones, no solo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

4.4.3. Prototipos

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la dirección de obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

4.5. CONDICIONES TÉCNICAS

4.5.1. Condiciones generales

Los materiales utilizados en la instalación serán nuevos, de reciente fabricación y no habrán sido usados previamente en ensayos u otras instalaciones.



Los materiales que sean suministrados por la empresa instaladora deberán ser los reseñados en el presupuesto y en los planos, en todo cuanto concierne a la parte mecánica, no siendo de incumbencia el suministro de los materiales de obra civil, que correrán por cargo de la propiedad.

Para la instalación de los materiales necesarios, deberán seguirse las recomendaciones que el fabricante correspondiente fije, a no ser que existan contradicciones con las órdenes expuestas en los diferentes documentos del proyecto.

4.5.2. Materiales eléctricos

Los materiales eléctricos que se vayan a utilizar deberán ser presentados a la dirección técnica acompañados de sus hojas de características técnicas extendidas por sus fabricantes y organismos competentes que los hayan homologado y responderán las exigencias definidas en el cuadro de precios y pliego de condiciones particulares.

Existe la posibilidad de que el instalador pueda proponer otras marcas o tipos diferentes a las que en el proyecto se especifican. De ser así, la dirección técnica deberá tomar una decisión sobre si acepta o deniega el cambio sugerido. En caso de aceptar, no el costo no aumentará y, si por el contrario, se deniega, se utilizarán los ya proyectados.

La dirección técnica se reserva el derecho de realizar inspecciones o pruebas a la recepción de los materiales o durante el montaje de los mismos, para comprobar que las características de los materiales responden a lo solicitado. De igual modo ocurrirá con la instalación una vez finalizada.

En cualquier caso, el instalador estará obligado a facilitar a la dirección técnica los medios, instrumentación y personal necesario para cuantas pruebas se requieran. Si por un casual, el resultado de las pruebas es negativo, se realizarán las modificaciones o sustituciones que procedan por parte del instalador, de acuerdo con las indicaciones de la dirección técnica.

Las comprobaciones y posibles rectificaciones que se realicen con posterioridad correrán por cuenta del instalador, a no ser que sean conformes a las indicaciones de la dirección técnica.

A la finalización de la obra el instalador deberá entregar los siguientes documentos:

- Un juego de planos en papel vegetal con la representación total y actualizada.
- Un manual de instrucciones de la instalación.
- El certificado de calidad de los materiales empleados.
- Una lista con los recambios recomendados.



4.5.3. Conductores

4.5.3.1. Materiales

Los conductores utilizados serán de cobre, aluminio u otro tipo de material o aleación que posea las características eléctricas y mecánicas adecuadas.

Los conductores pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal superior a 100 V, teniendo un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones señaladas para los mismos en la instrucción MI-BT 003 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio u otro material aislante con características similares que resista las acciones de la intemperie; especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a los que estén sometidos.

4.5.3.2. Identificación de los conductores

La identificación de los conductores se hace mediante el color de su aislamiento siguiendo el código de colores siguiente:

- Marrón, negro y gris para los conductores activos.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de protección.

Los conductores para las instalaciones de control deberán ir identificados a título individual en todas las terminaciones por medio de células de plástico autorizadas que lleven rotulados caracteres indelebles, con arreglo a la numeración que figure en los diagramas de cableado pertinentes.

Todos los cables que compongan un circuito deberán ir rotulados con su identificación sobre el propio cable.

4.5.3.3. Caídas de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación (cuadro de baja tensión del centro de transformación) y cualquier punto de utilización. La caída de tensión no deberá ser superior al 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación (para circuitos de alumbrado) y del 6,5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.



4.6. REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

4.6.1. Objetivo

Se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

4.6.2. Condiciones generales

Se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión,

Cualquier duda que surja durante el periodo de construcción, deberá ser consultada con el director de obra y la interpretación que él realice será aceptada en su totalidad.

4.6.3. Ejecución del trabajo

La ejecución del trabajo corresponde al contratista, como se indica en puntos anteriores.⁵

4.6.4. Trazado de zanjas

Para la realización de zanjas, se deberá marcar el pavimento, marcando su anchura como longitud y las tomas donde se dejan las llaves para la contención del terreno. Con el fin de tomar precauciones en cuanto al suministro eléctrico afecta, habrá que conocer el estado de las canalizaciones existentes de las construcciones colindantes.

Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales (las concernientes al Excmo. Ayuntamiento de Miranda de Arga) y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, así como las de las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a colocar.

⁵ Cf. 3 del Pliego de condiciones.



4.6.5. Tendido de conductores

Los cables se desenrollarán y se pondrán en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, enrollamientos y demás esfuerzos que afecten a la integridad física de los mismos. En las curvas, se deberá tener en cuenta un radio de curvatura 20 veces superior a la curvatura del cable durante su tendido y a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso, el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tiendan de forma manual, los operarios estarán distribuidos de manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede hacer el tendido mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por mm^2 de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo, ya que podría fracturarse. Será imprescindible la colocación de los dinamómetros para medir dicha tensión y evitar la rotura del conductor.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de tal forma que no se dañe el cable. Durante el proceso de tendido de la línea subterránea se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, sino que se deberá hacer de forma manual. Solo de manera excepcional se autorizará a desenrollar el cable fuera de la zanja y bajo la supervisión del director de obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, dejar el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10cm de arena fina y la protección de rasillas. La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta por una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable para evitar que pueda dañarse al entrar en contacto con el posible terreno pedregoso. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5m. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá efectuar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios como por ejemplo agua o gas, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en las que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al director de obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación con la mayor diligencia posible. El encargado de obra de la parte contratante deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono en caso de que hubiera necesidad.



En el caso de que la línea subterránea esté compuesta por conductores unipolares se harán las siguientes puntualizaciones:

- Se recomienda colocar cada metro y medio de cada fase y en el conductor neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar con colores cada uno de los conductores.
- Se fijarán cada metro y medio las tres fases o las tres fases y el conductor neutro mediante una sujeción que agarre dichos conductores y los mantenga unidos.

4.6.6. Identificación de conductores

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características técnicas. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30cm, tal y como indican las Normas UNE-21123 y R.U. 3305.

4.6.7. Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas en los puntos anteriores, se rellanará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los primeros 20cm de forma manual para evitar el movimiento de los cables de su ubicación. El cierre de las zanjas se hará por capas sucesivas de 10cm de espesor, las cuales serán apisonadas regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado y compacto el terreno.

Si se producen hundimientos, el contratista será el responsable y correrá por su cuenta las posteriores reparaciones oportunas. La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes están incluidos en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado será lo mejor posible.

4.7. RECEPTORES

4.7.1. Condiciones generales de la instalación

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las de comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino, con los mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura



peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades, siendo de aplicación para ello lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.⁶

4.7.2. Tensiones de alimentación

Los receptores no deberán, en general, conectarse a instalaciones cuya tensión asignada sea diferente de la indicada en el mismo. Sobre estos podrá señalarse una única tensión asignada o gama de tensiones que señale, con sus límites inferior y superior, las tensiones para su funcionamiento asignadas por el fabricante del aparato. En el presente proyecto, las tensiones asignadas serán 400 V para receptores trifásicos y de 230 voltios para los monofásicos.

Los receptores de tensión asignada única podrán funcionar en la relación con ésta, dentro de los límites de variación de tensión admitidos por el reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

4.7.3. Conexión de receptores

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación alimentadora. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos descritos en el reglamento para baja tensión.⁷

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por medio de un conductor apto para usos móviles. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por medio de un conductor móvil, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

Los conductores a la entrada del aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos o cualquier acción que los deteriore, por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo protector contra la

⁶ Cf. ITC-BT-22. Se adoptarán las características intensidad - tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

⁷ Cf. ITC-BT-19.



tracción, queden únicamente sometidos hasta después de que la hayan soportados los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor su las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85°C de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de material termoplástico.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Cajas de conexión o derivación.
- Tomas de corriente.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

4.7.4. Utilización de los que desequilibren fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida

Estos no se podrán instalar sin consentimiento expreso de la empresa que suministra la energía, debido a que se produzcan desequilibrios importantes en las distribuciones.

4.7.5. Compensación del factor de potencia

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 1 podrán ser compensadas, pero sin que, en ningún momento la energía absorbida por la red sea capacitiva.

4.7.6. Receptores para alumbrado

Por receptor de alumbrado se entiende aquel equipo o dispositivo que utiliza la energía eléctrica para la iluminación de espacios interiores o exteriores. Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámparas fluorescentes, se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo condición *sine qua non* que lleve una corrección del factor de potencia hasta 0,95.



4.7.7. Receptores para aparatos de caldeo

Por aparatos de caldeo se entiende a todo aquella máquina que transforma la energía eléctrica en calor. Estos se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en el caso de un uso negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa incluso en condiciones de averías o mal uso.

4.7.8. Receptores para motores

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la norma UNE 20460 y las especificaciones aplicables a los locales donde hayan de ser instalados.

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las distancias de seguridad:

- 0.5m si la potencia nominal es menor o igual a 1kW.
- 1m si la potencia nominal es mayor a 1kW

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas, de tal manera que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de falta de tensión en una de sus fases.

En caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección tanto para la conexión estrella como para la conexión en triángulo.

Todos los motores con potencia superior a 0,25CV, y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta protección constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar un accidente o perjudicar al motor.



4.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.8.1. Protección de las instalaciones

4.8.1.1. Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles. Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas
- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

4.8.1.2. Protección contra sobretensiones

Las sobretensiones que pueden aparecer en la red dependen del nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de media tensión a baja tensión y demás. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio está en función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.
- La existencia de una adecuada red de tierras.
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.

4.8.2. Situación de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados del monasterio. Dichos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.



4.8.3. Características de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección deberán tener las siguientes características para una correcta protección del sistema eléctrico:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a los que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre el material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo la tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas de intensidad/tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en el que estén colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.
- Los interruptores automáticos llevarán marcadas su intensidad y su tensión en valores nominales, el símbolo de la naturaleza en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o, en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

4.9. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.9.1. Protección contra contactos directos

Esta protección consiste en tomar medidas destinadas a la protección de personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Para la evitar que sucedan los contactos directos se tomarán las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas. Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.
- Protección por medio de barreras o envolventes. Las partes activas deberán estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de las barreras que posean.



- Protección por medio de obstáculos; obstáculos destinados a impedir contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento; está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual; está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra contactos indirectos.

4.9.2. Protección contra contactos indirectos

Consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes que habitualmente no están activas.

Para seleccionar las medidas de protección adecuadas, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para evitar que se sucedan los contactos indirectos se tomarán las siguientes medidas:

- Protección por corte automático de la alimentación; el corte automático de la alimentación, después de la aparición de un fallo, está destinado a impedir que una tensión de contacto, de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.
- Protección por aislamiento equivalente; se utilizan equipos de aislamiento doble, aislamientos suplementarios, aislamientos reforzados y demás.
- Protección en los locales o emplazamientos no conductores; impide en caso de fallo en el aislamiento principal de las partes activas, el contacto simultáneo con partes que pueden ser puestas a tensiones diferentes.
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra; los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los conductores que sean simultáneamente accesibles.
- Protección por separación eléctrica; el circuito se alimentará a través de una fuente de separación, es decir, un transformador de aislamiento o una fuente que asegure un grado de seguridad equivalente al transformador de aislamiento anterior.

4.10. MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones eléctricas que suministren energía a receptores que tienen un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que, en ningún momento, la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

Documento: Pliego de condiciones

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las siguientes formas:

- Para la totalidad de la instalación; en este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior a un 10 % del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.
- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor, es decir, funcionen simultáneamente.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias y reactancias de descarga a tierra.

4.11. PUESTA A TIERRA

El objeto de la puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

En cada instalación del monasterio se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24V, respecto de la tierra.

Se conectarán a tierra todas las carcasas de alumbrado, enchufes, carcasas de motores y demás objetos. Las instalaciones de toma de tierra seguirán las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.⁸

4.12. ALUMBRADOS

4.12.1. Alumbrado de señalización

Su fin es funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1Lux.

⁸ Cf. ITC-BT-18.



Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.12.2. Alumbrado de emergencia

Debe permitir, en cada caso de fallo del alumbrado genera, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuentes de suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada. Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como aviosos, estarán provistos de alumbrado de emergencia. Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

4.12.3. Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales

- Con alumbrado de emergencia: todos los locales de reunión cuya ocupación prevista sea mayor a 300 personas, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.
- Con alumbrado de señalización: estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grande establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1Lux.

4.12.4. Fuentes propias de energía

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos. La puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor



nominal, La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

4.13. LOCAL

El local en el que se realice la instalación deberá tener las siguientes características generales:

- Dispondrá de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o igualmente en caso de varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia los justifique.
- El cuadro general de distribución se colocará en el punto más cercano a la entrada de la acometida individual y se colocará junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo, según indica el reglamento.⁹ Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este Putnam se instalarán de todas formas, en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.
- Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores consuman más de 15 A se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.
- El cuadro general de distribución, e igualmente los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadores de fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica y siempre antes del cuadro general.
- En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- Las canalizaciones deberán estar constituidas por lo que se estipula a continuación:
 - Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
 - Conductores aislados de tensión nominan de aislamiento no inferior a 750V, con cubierta de protección, colocados en huecos

⁹ Cf. ITC-BT-16.



- de la construcción totalmente contruidos en materiales incombustibles.
- Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados y colocados directamente sobre las paredes.
- Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.14. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.14.1. Obra civil

Los centros de transformación estarán contruidos con material no combustible y los elementos delimitadores del centro (muros exteriores, cubierta, puertas) deberán ser resistentes a la acción del fuego.

Los muros del centro de transformación deberán tener entre sus parámetros una resistencia mínima de 100000Ω . La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500V entre dos placas de 100cm^2 cada una.

El centro de transformación tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a 30dB durante la noche y de 55dB durante el día. Ninguna de las aberturas del centro (rejillas) permitirá el paso de un objeto de 12mm de diámetro y las rejillas que den a partes con tensión no dejarán pasar objetos de más de 2,5mm de diámetro.

4.14.2. Aparamenta de media tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir los siguientes requisitos:

- Aislamiento; el aislamiento integral de gas hexafluoruro de azufre (SF_6) confiere a la Aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o, incluso, a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas o entradas de agua.
- Corte; debido a que en el interior de las celdas hay gas SF_6 , el corte es más seguro que con el aire debido a lo explicado en el apartado anterior.

Las celdas empleadas en el centro de transformación permitirán la extensibilidad del centro, para que sea posible añadir más líneas o cualquier tipo de función, sin necesidad de cambiar la Aparamenta previamente instalada en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones



serán electrónicas, dotadas de curvas CEO normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

4.14.3. Transformador de potencia

El transformador a instalar en la planta sótano del complejo, donde se localiza el centro de transformación, será trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

El transformador se instalará, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida que tendrá que deberá estar construido de obra, de gorma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del centro de transformación. Lo anterior debe cumplirse en caso de que el centro sea de tipo de maniobra interior.

Para una mejor ventilación del transformador, este se situará en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire se haga por las rejillas situadas en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire por las rejillas en la zona superior de esas paredes.

4.14.4. Equipos de medida

Este centro de transformación incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida como para los montados en el cuadro de contadores del centro:

- Puesta en servicio; el personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado. Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:
 - Primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere.
 - Después se conectará la Aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a este trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.
 - Una vez realizadas las maniobras de media tensión se procederá a conectar la red de baja tensión.



- Separación del servicio; estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.
- Mantenimiento; para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del persona. Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fueran necesarios.

4.14.5. Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de la instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Por tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo que exista una orden facultativa en su contra.

4.14.6. Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a los que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminados su fabricación, serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentra en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.¹⁰

4.14.7. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado para impedir el acceso de personal ajeno al servicio. En su interior no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación. Para realizar las maniobras oportunas en el centro, se utilizará un banquillo, palanca de accionamiento, guantas, o cualquier otra medida de seguridad. Dichos objetos deberán estar en perfecto estado de uso, por lo que se deberá comprobar periódicamente su estado.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas. También se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

¹⁰ Cf. MIE-RAT-02.



Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre el modo de actuar en materia de primeros auxilios en caso de que se produzca un accidente en un lugar perfectamente visible.

4.14.8. Disposiciones de registro

En el centro de transformación habrá un libro de órdenes en que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro de transformación, incluyendo cada visita, revisión y cualquier otra acción que afecte a dicho centro.

Pamplona, a septiembre de 2014

Claudio José Vives Galarza



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UN MONASTERIO
CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PRESUPUESTO

Claudio José Vives Galarza

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, septiembre de 2014



ÍNDICE

5.1. CAPÍTULO I: ACOMETIDA	2
5.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES	3
5.2.1. Cuadro general de distribución.....	3
5.2.2. Cuadro secundario 1	4
5.2.3. Cuadro secundario 2	5
5.2.4. Cuadro secundario 3	6
5.2.5. Cuadro secundario 4	6
5.2.6. Cuadro secundario 5	8
5.2.7. Cuadro secundario 6	9
5.2.8. Cuadro secundario cuarto de calderas	10
5.2.9. Cuadro secundario cocina.....	10
5.2.10. Cuadro secundario dormitorio	11
5.2.11. Resumen capítulo	12
5.3. CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES.....	13
5.3.1. Conductores	13
5.3.2. Tubos	14
5.3.3. Canalizaciones	15
5.3.4. Resumen capítulo	15
5.4. CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA.....	16
5.5. CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO	17
5.5.1. Alumbrado interior	17
5.5.2. Alumbrado exterior.....	17
5.5.3. Alumbrado de emergencia.....	17
5.5.4. Tabla resumen.....	18
5.6. CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS	19
5.7. CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	20
5.8. CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	21
5.8.1. Obra civil	21
5.8.2. Transformador	21
5.8.3. Aparamenta de media tensión.....	21
5.8.4. Equipo de baja tensión.....	22
5.8.5. Puesta a tierra del centro de transformación.....	23
5.8.7. Tabla resumen.....	24
5.9. CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	25



5.10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN 26

5.1. CAPÍTULO I: ACOMETIDA

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.1.1.1	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x95 mm2 cobre	81	58,732	4757,29
5.1.1.2	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x50 mm2 cobre	27	27,922	753,89
5.1.1.3	Tubo de XLPE corrugado de doble pared, de 180 mm de diámetro, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo y con resistencia de aplastamiento de 450 N	9	14,34	129,06
5.1.1.4	Zanja sobre tierra de 40x70 cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de hormigón H-12,5 y tierra excavada.	9	8,40	75,60
5.1.1.5	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	7	23	161,00
			SUBTOTAL	5876,85



5.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES

5.2.1. Cuadro general de distribución

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.1.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema P, con IP55, de medida: 2000x800x400 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	1576,75	1576,75
5.2.1.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 50 KA, Curva B, III+N Calibre: 1000 A	1	7442,64	7442,64
5.2.1.3	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, III+N Calibre: 125 A	1	3856,99	3856,99
5.2.1.4	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, III+N Calibre: 32 A	1	3129,57	3129,57
5.2.1.5	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 100 A, Sensibilidad: 300 mA	1	536,57	536,57
5.2.1.6	Relé diferencial RHU de Schneider Sensibilidad: 30 mA a 30 A	3	370,80	1112,40
5.2.1.7	Toroidal MA 120 mm de Schneider	3	324,85	974,55
5.2.1.8	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 36 KA, curva B, III+N Calibre: 250 A	1	1569,12	1569,12
5.2.1.9	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, curva B, III+N Calibre: 50 A	1	1009,27	1009,27
5.2.1.10	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, CurvaB, III+N Calibre: 63 A	2	341,39	682,78
5.2.1.11	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, Curva B, III+N Calibre: 80 A	1	507,87	507,87
5.2.1.12	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, Curva B, III+N Calibre: 20 A	1	427,72	427,72
			SUBTOTAL	22826,23



5.2.2. Cuadro secundario 1

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.2.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 15 módulos, de medida: 850x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	315,27	315,27
5.2.2.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 20 KA, curva C, III+N Calibre: 250 A	1	1569,12	1569,12
5.2.2.3	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 300 mA	1	272,97	272,97
5.2.2.4	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 63 A, Sensibilidad: 300 mA	1	359,91	359,91
5.2.2.5	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 300 mA	1	369,9	369,90
5.2.2.6	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 30 mA	1	719,73	719,73
5.2.2.7	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 6 A, Sensibilidad: 30 mA	1	242,66	242,66
5.2.2.8	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III+N Calibre: 63 A	1	460,66	460,66
5.2.2.9	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva B, III+N Calibre: 6 A	1	182,09	182,09
5.2.2.10	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 16 A	4	202,29	809,16
5.2.2.11	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva C, III+N Calibre: 40 A	1	268,38	268,38
5.2.2.12	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva B, III+N Calibre: 16 A	2	193,96	387,92
5.2.2.12	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	7	23	161,00
			SUBTOTAL	6118,77



5.2.3. Cuadro secundario 2

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.3.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 9 módulos, de medida: 850x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	315,27	315,27
5.2.3.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 20 KA, curva C, III+N Calibre: 250 A	1	1009,27	1009,27
5.2.3.3	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 30 mA	2	719,73	1439,46
5.2.3.4	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 6 A, Sensibilidad: 300 mA	1	243,33	243,33
5.2.3.5	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA	1	331,74	331,74
5.2.3.6	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva D, III Calibre: 6 A	1	218,83	218,83
5.2.3.7	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 40 A	1	268,38	268,38
5.2.3.8	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 25 A	1	242,23	242,23
5.2.3.9	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 32 A	1	284,94	284,94
5.2.3.13	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	6	23	138,00
			SUBTOTAL	4491,45



5.2.4. Cuadro secundario 3

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.4.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 9 módulos, de medida: 650x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	277,64	277,64
5.2.4.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 125 A	1	481,81	481,81
5.2.4.3	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 25 A, Sensibilidad: 30 mA	1	319,11	319,11
5.2.4.4	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA	2	331,74	663,48
5.2.4.6	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 40 A	2	268,38	536,76
5.2.4.7	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A	1	230,93	230,93
5.2.4.8	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 10 A	1	230,93	230,93
5.2.4.10	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	4	23	92,00
			SUBTOTAL	2832,66

5.2.5. Cuadro secundario 4

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.5.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 35 módulos, de medida: 1450x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	542,69	542,69



5.2.5.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 20 KA, Curva C, III+N Calibre: 250 A	1	461,25	461,25
5.2.5.0	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 25 A, Sensibilidad: 300 mA	1	272,16	272,16
5.2.5.1	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 20 A, Sensibilidad: 300 mA	1	272,16	272,16
5.2.5.2	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 300 mA	4	280,54	1122,16
5.2.5.3	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 10 A, Sensibilidad: 300 mA	4	272,16	1088,64
5.2.5.4	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 63 A, Sensibilidad: 300 mA	1	319,11	319,11
5.2.5.5	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 32 A, Sensibilidad: 300 mA	1	369,9	369,90
5.2.5.6	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 300 mA	1	280,84	280,84
5.2.5.7	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 25 A, Sensibilidad: 300 mA	1	369,9	369,90
5.2.5.8	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA	1	331,74	331,74
5.2.5.5	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 63 A	2	277,6	555,20
5.2.5.6	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 16 KA, Curva D, III Calibre: 32 A	2	217,13	434,26
5.2.5.7	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 50 A	2	269,11	538,22
5.2.5.8	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III+N Calibre: 40 A	1	268,38	268,38
5.2.5.9	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 16 A	3	202,29	606,87
5.2.5.10	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 6 A	2	143,49	286,98
5.2.5.11	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 1,6 A	1	212,82	212,82



5.2.5.6	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 10 A	1	198,41	198,41
5.2.5.7	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva D, III Calibre: 6 A	2	143,49	286,98
5.2.5.8	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 15 KA, Curva C, II Calibre: 3 A	3	139,57	418,71
5.2.5.9	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 10 A	1	226,45	226,45
5.2.5.9	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A	1	230,93	230,93
5.2.5.10	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	7	23	161,00
			SUBTOTAL	9855,76

5.2.6. Cuadro secundario 5

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.6.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	277,64	277,64
5.2.6.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 20 KA, Curva C, III+N Calibre: 250 A	1	286,76	286,76
5.2.6.3	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 80 A, Sensibilidad: 300 mA	1	264,79	264,79
5.2.6.4	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA	1	331,74	331,74
5.2.6.5	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 100 A, Sensibilidad: 30 mA	1	359,91	359,91
5.2.6.6	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva B, III+N Calibre: 100 A	1	547,39	547,39



5.2.6.7	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 10 A	2	226,45	452,90
5.2.6.8	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 2 A	1	191,48	191,48
5.2.6.9	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 40 A	1	268,38	268,38
5.2.6.10	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	5	23	115,00
			SUBTOTAL	3095,99

5.2.7. Cuadro secundario 6

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.7.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	277,64	277,64
5.2.7.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 10 KA, Curva C, III+N Calibre: 250 A	1	405,98	405,98
5.2.7.3	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 80 A, Sensibilidad: 30 mA	1	264,79	264,79
5.2.7.4	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 100 A, Sensibilidad: 30 mA	1	547,39	547,39
5.2.7.5	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 300 mA	1	331,74	331,74
5.2.7.6	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 40 A	1	268,38	268,38
5.2.7.7	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva D, III Calibre: 10 A	2	286,45	572,90
5.2.7.8	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 10 A	1	177,63	177,63
5.2.7.12	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	5	23	115,00

Documento: Presupuesto

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



SUBTOTAL	2961,45
-----------------	----------------

5.2.8. Cuadro secundario cuarto de calderas

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.8.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	246,46	246,46
5.2.8.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 20 A	1	319,11	319,11
5.2.8.3	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 20 A, Sensibilidad: 30 mA	1	114,68	114,68
5.2.8.4	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, II Calibre: 1	1	114,89	114,89
5.2.8.5	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A	1	230,93	230,93
5.2.8.7	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	3	23	69,00
			SUBTOTAL	1095,07

5.2.9. Cuadro secundario cocina

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.9.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 1250x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	277,64	277,64
5.2.9.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 160 A	1	446,31	446,31
5.2.9.3	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 10 A, Sensibilidad: 300 mA	1	272,16	272,16



5.2.9.4	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 16 A, Sensibilidad: 30 mA	1	276,79	276,79
5.2.9.5	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 50 A, Sensibilidad: 30 mA	1	369,9	369,90
5.2.9.6	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva D, II Calibre: 3 A	3	113,31	339,93
5.2.9.4	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva B, III+N Calibre: 16 A	1	133,65	133,65
5.2.9.5	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva D, III+N Calibre: 16 A	9	122,81	1105,29
5.2.9.6	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	7	23	161,00
			SUBTOTAL	3382,67

5.2.10. Cuadro secundario dormitorio

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.2.10.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 1250x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	277,64	277,64
5.2.10.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva C, II Calibre: 40 A	1	78,35	78,35
5.2.10.3	Interruptor diferencial Schneider 2P Calibre: 40 A, Sensibilidad: 30 mA	1	69,57	69,57
5.2.10.4	Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva C, II Calibre: 6 A	1	118,88	118,88
5.2.10.5	Interruptor automático Schneider Poder de corte 6 KA, Curva C, II Calibre: 16 A	1	63,47	63,47
5.2.9.5	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 6 KA, Curva D, III+N Calibre: 16 A	9	122,81	1105,29



5.2.9.6	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	7	23	161,00
			SUBTOTAL	1874,20

5.2.11. Resumen capítulo

Subtotal	Presupuesto total capítulo II	Importe (€)
5.2.1	Cuadro general de distribución	22826,23
5.2.2	Cuadro secundario 1	6118,77
5.2.3	Cuadro secundario 2	4491,45
5.2.4	Cuadro secundario 3	2832,66
5.2.5	Cuadro secundario 4	9855,76
5.2.6	Cuadro secundario 5	3095,99
5.2.7	Cuadro secundario 6	2961,45
5.2.8	Cuadro secundario caldera	1095,07
5.2.8	Cuadro secundario cocina	3382,67
5.2.9	Cuadro secundario dormitorio	1874,20
	SUBTOTAL	58534,25



5.3. CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES

5.3.1. Conductores

Nº de orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.3.1.1	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 2x1,5+1,5TT mm2 Cobre	2258,00	2,506	5658,55
5.3.1.2	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 2x2,5+2,5TT mm2 Cobre	294,00	3,688	1084,27
5.3.1.3	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 3x2,5+2,5TT mm2 Cobre	526,00	5,902	3104,45
5.3.1.4	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 3x2,5/2,5+2,5TT mm2 Cobre	240,00	5,902	1416,48
5.3.1.5	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 2x4+4TT mm2 Cobre	701,00	4,820	3378,82
5.3.1.6	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 3x4+4TT mm2 Cobre	26,00	7,340	190,84
5.3.1.7	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x6 mm2 Cobre	256,00	3,028	775,17
5.3.1.8	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x10 mm2 Cobre	246,00	4,678	1150,79
5.3.1.9	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x16 mm2 Cobre	784,00	6,810	5339,04
5.3.1.10	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x25 mm2 Cobre	57,00	10,278	585,85
5.3.1.11	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x70 mm2 Cobre	9,00	27,922	251,30
5.3.1.12	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x95 mm2 Cobre	27,00	38,182	1030,91



5.3.1.13	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x120 mm2 Cobre	6,00	47,026	282,16
5.3.1.14	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 1x185 mm2 Cobre	9,00	70,446	634,01
5.3.1.15	Cable flexible para carro rodillos Marca: Igus 3x4+4TT mm2 cobre	10,50	12,16	127,68
5.3.1.16	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	28	23	644,00
			SUBTOTAL	25654,32

5.3.2. Tubos

Nº de orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.3.2.1	Tubo corrugado de doble capa de PVC de color negro, Φ16 mm.	3318,00	0,45	1493,10
5.3.2.2	Tubo corrugado de doble capa de PVC de color negro, Φ 20 mm.	581,00	0,48	278,88
5.3.2.3	Tubo corrugado de doble capa de PVC de color negro, Φ 32 mm.	983,00	0,98	963,34
5.3.2.4	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Φ 20 mm.	492,50	4,38	2157,15
5.3.2.5	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Φ 32 mm.	195,00	5,83	1136,85
5.3.2.6	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Φ 50 mm.	35,00	7,03	246,05
5.3.2.7	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Φ 75 mm.	105,00	8,79	922,95
5.3.2.8	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Φ 63 mm.	6,00	11,65	69,90
5.3.2.9	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	30	23	690,00
			SUBTOTAL	7958,22



5.3.3. Canalizaciones

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.3.3.1	Bandeja perforada portacables en metros Marca: Pemsaband Modelo: Pemsaband LX Dimensiones: 200x35 mm	100	14,40	1440,00
5.3.3.2	Tapa recta pemsaband para bandeja perforada de dimensiones 200x35 mm	100	9,64	964,00
5.3.3.3	Soporte para bandeja en pared (cada 3 m) Marca: Pemsaband Modelo: Omega Plus	33	6,77	223,41
5.3.3.4	Soporte para bandeja en techo (cada 3 m), formado por dos varillas roscadas de M8 de 0,5 metros de longitud y barra de suspensión Omega Plus. Marca: Pemsaband	33	10,72	353,76
5.3.3.5	Cadena portacable para carro automático Marca: Igus, Serie: 0,08	10,5	25,30	265,65
5.3.3.6	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	18	23	414,00
			SUBTOTAL	3660,82

5.3.4. Resumen capítulo

Subtotal	Presupuesto total capítulo III	Importe (€)
5.3.1	Conductores	25654,32
5.3.2	Tubos	7958,22
5.3.3	Canalizaciones	3660,82
	SUBTOTAL	37273,36



5.4. CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.4.1.1	Pica marca KKK de acero con recubrimiento de cobre de 2 metros de longitud y sección 14 mm. Incluida soldadura aluminotécnica Cadwell a la red de tierra y otros accesorios.	6	16,19	97,14
5.4.1.2	Red de tierra realizada con cable desnudo de 50 mm ² de sección.	240	6,85	1644,00
5.4.1.3	Arqueta de registro realizada con hormigón HM-20-E-40-2B de 25 cm de espesor y 80 cm de profundidad con tapa de registro de la marca URIARTE, modelo TR-230.	6	30,58	183,48
5.4.1.4	Caja de seccionamiento de tierra de la marca URIARTE, modelo CST-50, con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluidos accesorios.	1	35,28	35,28
5.4.1.5	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	18	23	414,00
			SUBTOTAL	2373,90



5.5. CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO

5.5.1. Alumbrado interior

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.5.1.1	PHILIPS BBS 160 D225 1xRDLM 2000/830	77	76	5852,00
5.5.1.2	PHILIPS BCW 216 2xLT-GA 25/840	143	75	10725,00
5.5.1.3	PHILIPS ST520B 1xSLED 3200/F22 25GC	165	124	20460,00
5.5.1.4	PHILIPS TPS740 1xTLSC60W HFP(6000)	60	80	4800,00
5.5.1.5	PHILIPS BPS800 1xLXML/NW PC-MLO	178	95	16910,00
5.5.1.6	PHILIPS RS121B 1xLED 6-40-/840	578	57	32946,00
5.5.1.7	PHILIPS ST520B 1xSLED 3200/F22 25GC	72	467	33624,00
5.5.1.8	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	30	23	690,00
			SUBTOTAL	126007

5.5.2. Alumbrado exterior

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.5.2.1	Philips SRP222 SON-TPP150W	18	250,00	4500,00
5.5.2.2	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	12	23	276,00
			SUBTOTAL	4776,00

5.5.3. Alumbrado de emergencia

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.5.3.1	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	110	87,15	9586,5
5.5.3.2	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	14	23	322,00
			SUBTOTAL	9908,5



5.5.4. Tabla resumen

Subtotal	Presupuesto total capítulo V	Importe (€)
5.5.1	Alumbrado interior	126007,00
5.5.2	Alumbrado exterior	4776,00
5.5.3	Alumbrado de emergencia	9908,50
	SUBTOTAL	140691,50



5.6. CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.6.1.1	Interruptor, 10 A, 230/240 V, Marca: Simon, Serie: 82	75	6,48	486,00
5.6.1.2	Conmutador, 10 A, 230/240 V, Marca: Simon, Serie: 82	116	7,92	918,72
5.6.1.3	Conmutador de cruzamiento, 10 A, 230/240 V, Marca: Simon, Serie: 82	9	9,26	83,34
5.6.1.4	Toma de corriente monofásica de 16 A, (2P+T), 230 V, con caja de empotrar. Marca: Simon, Serie: 27	45	9,27	417,15
5.6.1.5	Toma de corriente trifásica de 16 A, (3P+T), 400 V, con caja de empotrar. Marca: Schneider, Modelo: PK Pratika	5	12,42	62,10
5.6.1.6	Kofret estanco para tomas industriales con 4 aberturas de 90x100 mm. Marca: Schneider, Modelo: Kaedra.	6	40,36	242,16
5.6.1.7	Toma de corriente monofásica de 25 A, (2P+T), 230 V, para caja Kaedra.	4	4,96	19,84
5.6.1.8	Toma de corriente monofásica de 16 A, (2P+T), 230 V, para caja Kaedra.	493	4,96	2445,28
5.6.1.9	Toma de corriente trifásica de 16 A, (3P+T), 400 V, para caja Kaedra.	11	8,29	91,19
5.6.1.10	Descripción Detector de movimiento LEGRAND Argus 360°	42	87,15	3660,30
5.6.1.11	Fotocélula Rodman, 10 A, 230 V, CA 50-60 Hz. Ref: RRF101.	1	48,00	48,00
5.6.1.12	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	18	23	414,00
			SUBTOTAL	8888,08



5.7. CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.7.1.1	Suministro y montaje de batería automática de condensadores de la serie Varset STD de la marca Schneider. De 150 KVar, formada por 10 escalones de 15 Kvar (10x15).	1	6770,00	6770,00
5.7.1.2	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	2	23	46,00
			SUBTOTAL	6816,00



5.8. CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.8.1. Obra civil

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.1	Preparación y acondicionamiento del terreno	1	800,00	800,00
			SUBTOTAL	800,00

5.8.2. Transformador

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.2	Transformador trifásico TRIHAL de 500 KVA de la marca Schneider, de tensión 13,2/0,4 KV, grupo de conexión Dyn11, tensión de cortocircuito 6% Se incluye la instalación en el precio.	1	14901,00	14901,00
			SUBTOTAL	14901,00

5.8.3. Aparamenta de media tensión

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.3.1	CELDA DE LÍNEA: Celda de llegada de línea modelo CGMCOSMOS-L de la marca Ormazabal, Vn=24 KV, In=400 A y cuyas dimensiones son 365 mm de ancho, 735 mm de fondo y 1740 mm de alto. Incluido el transporte, montaje y conexión.	1	2762,50	2762,50
5.8.3.2	CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES: Celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles de la marca Ormazabal, Vn=24 KV, In=400 A y cuyas dimensiones son 470 mm de ancho, 735 mm de fondo y 1740 mm de alto. Incluye 3 fusibles limitadores de 24 KV y 40 A. Incluido el transporte, montaje y conexión.	1	5312,50	5312,50
5.8.3.3	CELDA DE MEDIDA: Celda modelo	1	6150,00	6150,00



	CGMCOSMOS-M de la marca Ormazabal, Vn=24 KV, IN=400 A y cuyas dimensiones son 800 mm de ancho, 1025 mm de fondo y 1740 mm de alto. Con 3 transformadores de tensión y de intensidad. Incluido el transporte, montaje y conexión.			
				SUBTOTAL 14225,00

5.8.4. Equipo de baja tensión

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.4.1	Armario metálico de distribución. Marca: Schneider. Modelo: Prisma Plus, sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x250 mm con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	246,46	246,46
5.8.4.2	Interruptor automático Schneider Poder de corte 50 KA, Curva C, III+N Calibre: 1000 A	1	7442,64	7442,64
5.8.4.3	Relé diferencial RHU de Schneider Sensibilidad: 30 mA a 30 A	1	370,80	370,80
5.8.4.4	Toroidal MA 120 mm de Schneider	1	324,85	324,85
5.8.4.5	Interruptor diferencial Schneider 4P Calibre: 25 A, Sensibilidad: 30 mA	1	276,79	276,79
5.8.4.6	Interruptor automático Schneider Poder de corte: 20 KA, Curva C, III+N Calibre: 16 A	1	281,33	281,33
5.8.4.7	Philips TMS022 1TL-D58W HFS+GMSO22R	20	95	1900,00
5.8.4.8	LEGRAND serie C3 6W 61510-G5	3	31,45	94,35
5.8.4.9	Interruptor, 10 A, 230/240 V, Marca: Simon, Serie: 82	1	6,48	6,48
5.8.4.10	Toma de corriente monofásica de 16 A, (2P+T), 230 V, con caja de empotrar. Marca: Simon, Serie: 27	1	9,27	9,27
5.8.4.11	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 2x1,5+1,5TT mm2 Cobre	5,5	2,506	13,78
5.8.4.12	Cable RV-K 0,6/1 KV flexible Marca: General Cable 2x2,5+2,5TT mm2 Cobre	2	3,688	7,38
5.8.4.13	Tubo corrugado de doble capa de PVC de color negro, Ø16 mm.	7,5	0,45	3,38



5.8.4.14	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	9	23	207,00
SUBTOTAL				11184,50

5.8.5. Puesta a tierra del centro de transformación

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.5.1	Tierra de protección del centro de transformación formada por un anillo de 5x3 m con un conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección, enterrado a 0,8 m de profundidad y 8 picas de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro. Incluido en el precio la línea de tierra interior formada por un conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , las arquetas de registro, la caja de seccionamiento, la soldadura aluminotécnica y otros elementos para realizar las conexiones. Totalmente instalada y conexionada.	1	1225,00	1225,00
5.8.5.2	Tierra de servicio formada por una hilera de 9 metros de conductor de cobre desnudo de 50 mm ² que une 4 picas de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro enterradas a 0,8 m de profundidad y separadas entre sí 3 m. Se une al centro de transformación mediante un conductor de cobre de 50 mm ² RV-K 0,6/1 KV. Se incluye en el precio la caja de seccionamiento, las arquetas de registro y los elementos de conexión. Totalmente instalada y conexionada.	1	780,00	780,00
5.8.5.3	Puesta a tierra interior del centro de transformación formada por un conjunto de conductores de cobre de 50 mm ² y que conexionan todas las partes metálicas (celdas, transformador, herrajes, etc.)	1	375,50	375,50
5.8.5.4	Pararrayos de la marca Ingesco formado por una punta Franklin multiple de cobre y un mastil de 6 metros de acero inoxidable. Totalmente instalada y conexionada.	1	705,93	705,93
SUBTOTAL				3086,43

**5.8.7. Tabla resumen**

Subtotal	Presupuesto total capítulo VIII	Importe (€)
5.8.1	Obra civil	800,00
5.8.2	Transformador	14901,00
5.8.3	Aparamenta de media tensión	14225,00
5.8.4	Equipo de baja tensión	11184,50
5.8.5	Puesta a tierra del centro de transformación	3086,43
	SUBTOTAL	44196,93



5.9. CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.9.1.1	Gafas incoloras protectoras contra impactos	10	3,97	39,70
5.9.1.2	Gafas de protección antipolvo	10	3,33	33,30
5.9.1.3	Par de tapones auditivos desechables	30	0,118	3,54
5.9.1.4	Protectores auditivos de silicona reutilizables con arnés en la nuca	10	1,59	15,90
5.9.1.5	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para la protección de descargas eléctricas	5	18,87	94,35
5.9.1.6	Mascarillas desechables	20	0,51	10,20
5.9.1.7	Par de guantes de uso general	10	4,18	41,80
5.9.1.8	Zapato de seguridad con puntera metálica y plantilla antiperforación	5	41,21	206,05
5.9.1.9	Faja protección lumbar	20	19,93	398,60
5.9.1.10	Par de rodilleras ajustables	5	10,11	50,55
5.9.1.11	Arnés con chaleco acolchado y cinturón de giro para trabajos de electricidad y fabricado con Nylon y elementos metálicos.	2	100,80	201,60
5.9.1.12	Buzo de poliester-algodón	20	32,00	640,00
5.9.1.13	Chaleco de trabajo multibolsillos fabricado en poliester-algodón	5	15,77	78,85
5.9.1.14	Cinturón portaherramientas para electricista	4	21,37	85,48
5.9.1.15	Banqueta aislante hasta 45000 V	2	58,71	117,42
5.9.1.16	Extintor de 6 Kg de polvo químico ABC de funcionamiento manual	2	34,28	68,56
5.9.1.17	Cartel de plástico de "Peligro de riesgo eléctrico" de medidas 45x30 cm	5	4,84	24,20
5.9.1.18	Lámpara portatil de mano de leds con estructura de goma y gancho giratorio	2	33,88	67,76
			SUBTOTAL	2177,86



5.10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (€)
CAPÍTULO I	ACOMETIDA	5876,85
CAPÍTULO II	PROTECCIONES	58534,25
CAPÍTULO III	CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	37273,36
CAPÍTULO IV	PUESTA A TIERRA	2373,90
CAPÍTULO V	EQUIPOS DE ALUMBRADO	140691,5
CAPÍTULO VI	ELEMENTOS VARIOS	8888,08
CAPÍTULO VII	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	6816,00
CAPÍTULO VIII	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	44196,93
CAPÍTULO IX	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	2177,86
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	306828,73
	GASTOS GENERALES (5%)	15341,44
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	30682,87
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA	352853,04
	IVA (21%)	74099,14
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	426952,18
	REDACCIÓN DEL PROYECTO (4%)	17078,09
	DIRECCIÓN DE LA OBRA (4%)	17078,09
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL	461108,35

El total del presente proyecto asciende a la cantidad de “CUATROCIENTOS SESENTA Y UN MIL CIENTO OCHO EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS”

PETICIONARIO

Ingeniero Técnico

Claudio José Vives Galarza

En Pamplona a septiembre de 2014.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UN MONASTERIO
CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Claudio José Vives Galarza

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, septiembre de 2014



ÍNDICE

6.1. OBJETO	3
6.2. AUTOR	3
6.3. DATOS DE LA OBRA	3
6.3.1. Descripción del proyecto	3
6.3.2. Emplazamiento	3
6.3.3. Número de trabajadores previstos	3
6.3.4. Plazo de ejecución	4
6.4. TRABAJO	4
6.4.1. Introducción.....	4
6.4.2. Riesgo	4
6.4.2.1. Condiciones de seguridad	5
6.4.2.2. Medio ambiente físico del trabajo	5
6.4.2.3. Contaminantes	5
6.4.2.4. Factores organizativos	6
6.4.3. Normas preventivas	6
6.5. INSTALACIONES EN BAJA TENSIÓN	6
6.5.1. Introducción.....	6
6.5.2. Supervisión	7
6.5.3. Comprobación	7
6.6. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN.....	8
6.6.1. Transporte manual de cargas	8
6.6.2. Izado manual de cargas.....	9
6.6.3. Máquinas herramienta y máquinas manuales.....	9
6.6.4. Izado mecánico de cargas	11
6.6.5. Transporte de cargas mediante carretilla elevadora	11
6.6.6. Trabajos próximos a elementos en tensión.....	12
6.6.7. Trabajos bajo tensión.....	13
6.6.8. Trabajos de soldadura.....	14
6.6.9. Trabajos en alturas.....	15
6.6.10. Trabajos en escaleras	15
6.6.11. Trabajos en andamios	16
6.7. INSTALACIONES PROVISIONALES	17
6.7.1. Instalación provisional eléctrica	17
6.7.2. Instalación de prevención de incendios	19



6.8. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	19
6.8.1. Introducción.....	19
6.8.2. Dotación de vestuarios.....	19
6.8.3. Dotación de aseos	20
6.9. MEDICINA PREVENTIVA Y PLANES DE EMERGENCIA	20
6.9.1. Reconocimiento médico	20
6.9.2. Asistencia de accidentados	20
6.9.2. Formación sobre seguridad.....	21



6.1. OBJETO

El presente estudio de seguridad y salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1197 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto de este estudio básico de seguridad y salud es servir como base para la elaboración del plan de seguridad y salud en el trabajo por parte del contratista, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en el presente documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Según la Organización Mundial de la Salud, la salud es el completo bienestar físico, mental y social. Es un proceso permanente de desarrollo pudiendo perderse o recuperarse según las condiciones laborales. La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional a personas o bienes.

6.2. AUTOR

La redacción del presente estudio básico de seguridad y salud recae sobre Claudio José Vives Galarza.

6.3. DATOS DE LA OBRA

6.3.1. Descripción del proyecto

El proyecto tiene como fin la instalación del sistema eléctrico de un monasterio con centro de transformación. En el citado monasterio, se elaboran bombones de chocolate.

6.3.2. Emplazamiento

El proyecto se va a desarrollar en la aldea de Vergalijo, en el término municipal de Miranda de Arga (Comunidad Foral de Navarra).

6.3.3. Número de trabajadores previstos

El número total de trabajadores previstos en la obra simultáneamente será de 30. Como no todos realizarán las mismas tareas, los equipos de protección individual serán diferentes (según lo requiera la actividad que estén llevando a cabo). El número de

Documento: Estudio de seguridad y salud

Instalación eléctrica en baja tensión de un monasterio con centro de transformación



trabajadores engloba a todas las personas que intervendrán en la obra, con independencia de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

6.3.4. Plazo de ejecución

Las obras de la instalación eléctrica del monasterio deberán ser ejecutadas en el plazo de 2 meses.

6.4. TRABAJO

6.4.1. Introducción

Por definición, el trabajo es la actividad realizada por el hombre transformando la naturaleza para su beneficio, buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal y demás.

Esta actividad puede provocar efectos dañinos sobre la salud de los trabajadores, ya sea por pérdida o ausencia de trabajo o por las condiciones en las cuales se realiza. La realización de un trabajo se define por la tecnificación y organización. Se conoce como tecnificación a la invención y uso de maquinaria, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza y la organización trata sobre la planificación y la coordinación. Cuando no funcionan adecuadamente los aspectos anteriores, aparecen riesgos en la salud y en la seguridad de los trabajadores.

La jornada de trabajo comenzará con la planificación, por parte de los encargados, de los diversos trabajos a realizar; informando y enseñando los posibles riesgos y las medidas preventivas y de protección. El comienzo de éste se dará cuando se posean todos los elementos necesarios y esté delimitada la zona durante las maniobras manteniendo las distancias de seguridad a las líneas de conducción eléctrica.

6.4.2. Riesgo

Se habla de riesgos cuando se da la posibilidad de que un trabajador sufra un daño debido a su trabajo, siendo su gravedad en función de la probabilidad de que se produzca el daño y su severidad.

La principal característica del estudio básico de seguridad y salud es identificar, valorar los riesgos y reconocer situaciones de riesgo, para poner unas medidas de seguridad que los minimicen lo máximo posible. Las condiciones que se den en el trabajo pueden reducir o incrementar riesgos.

Un factor riesgo es el elemento o conjunto de variables presentes en un trabajo que dan lugar a una disminución del nivel de seguridad y salud para los trabajadores. Estos factores se pueden dividir en:



6.4.2.1. Condiciones de seguridad

Condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente en el trabajo, como por ejemplo, la superficie del trabajo, transporte, maquinaria y demás. Para ello se preverán mediante:

- Señalización.
- Iluminación.
- Orden, limpieza y mantenimiento.
- Materiales de primeros auxilios.
- Servicios higiénicos y locales de descanso.
- Adaptaciones a los empleados con minusvalías.
- Formación de trabajadores.
- Seguridad de los productos con el marcado CE (Comunidad Europea) que aseguran la fabricación del producto.

6.4.2.2. Medio ambiente físico del trabajo

Aparecen de forma natural o siendo modificados por el proceso de producción, dando lugar a:

- Ruido: según la frecuencia pueden ser agudos (los más graves para la salud) o graves, y según sus intensidades pueden ser fuertes o débiles.
- Iluminación: puede provocar la pérdida de visión.
- Vibraciones: son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Pueden provocar alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos.
- Radiaciones: pueden ser ionizantes (ondas de alta frecuencia) o no ionizantes (ondas de baja frecuencia).
- Térmicas: humedad, velocidad del aire, temperatura, etc. Pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados o deshidratación.

6.4.2.3. Contaminantes

Elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Se diferencian entre:

- Contaminantes químicos: sustancias que están presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Producen irritaciones, problemas respiratorios, alergias y demás.
- Contaminantes biológicos: los microorganismos (bacterias y virus) que puedan estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones en la salud, así como infecciones.



6.4.2.4. Factores organizativos

Relacionados con la organización y estructura empresarial, que suelen, afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador (carga física y carga mental).

Estos factores de riesgos, se pueden prevenir con unas técnicas específicas: seguridad en el trabajo, higiene industrial, medicina del trabajo, psicología y ergonomía.

6.4.3. Normas preventivas

El proyecto debe agrupar los factores de seguridad y protección para personas y objetos, siendo piezas claves los siguientes cargos:

- **Proyectista:** es el coordinador de los trabajos, acreditando ante la dirección facultativa la adecuada formación y enseñanza del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios.
- **Dirección facultativa:** debe tener en cuenta todos los aspectos del proceso productivo que pueden poner en peligro la salud de los trabajadores o terceras personas, comprobando la existencia de un plan de emergencia.
- **Dirección técnica:** planifica los trabajos seleccionando las técnicas adecuadas en cada caso concreto.
- **Dirección facultativa y contratista:** revisan planos, replantean maquinaria adecuada, andamios, almacenamiento de materiales y demás. Además la primera es encargada de informar al constructor de los riesgos y dificultades.

6.5. INSTALACIONES EN BAJA TENSIÓN

6.5.1. Introducción

Cuando se inicie cualquier trabajo en una instalación en baja tensión se identificará el conductor o instalación donde tiene lugar el trabajo. Se considerará en baja tensión, a no ser que se demuestre lo contrario.

El personal encargado de realizar los trabajos en tensión, debe estar adiestrado en el proceso y en la utilización de los materiales a utilizar. Empleará el siguiente equipo de seguridad en su puesto de trabajo:

- Guantes aislantes.
- Botas aislantes.
- Herramientas aislantes.
- Material de señalización.
- Transformadores de seguridad.
- Ropa sin elementos metálicos.



Trabajando en baja tensión, algunas veces se da la situación de trabajar sin tensión, por lo que se aplicarán los siguientes pasos antes de comenzar la obra:

- Abrir los circuitos mediante la apertura de los aparatos de corte más próximos a la zona donde se vaya a realizar el trabajo con la finalidad de aislar todas las fuentes de tensión que puedan alimentar la instalación.
- Bloquear, si es posible, y en posición de apertura, los aparatos de corte, indicando la prohibición de maniobrarlo.
- Comprobar que no haya tensión en cada uno de los conductores.
- Comprobación de que no exista peligro antes de establecer el servicio una vez que se haya finalizado el trabajo.

6.5.2. Supervisión

Cualquier instalación eléctrica de una obra debe ser supervisada prácticamente todos los días, con el fin de evitar que se produzcan posibles accidentes, mediante un adecuado mantenimiento. La persona encargada de la supervisión se encargará de vigilar también:

- La correcta conexión y buen estado de conservación de los conductores de protección.
- El perfecto estado de los conductores flexibles que van a los equipos móviles y de sus elementos de conexión.
- El correcto calibrado de los fusibles y el reglaje de los disyuntores, preocupándose de que nadie los modifique indebidamente para evitar accidentes eléctricos.
- El mantenimiento de las medidas de seguridad que ponen diera del alcance de los trabajadores, los conductores y piezas conductoras.

6.5.3. Comprobación

Una vez terminada y puesta en marcha, toda instalación tendrá que ser comprobada por un técnico cualificado, con el fin de asegurar su seguridad frente a los riesgos que esta puede ocasionar. Esta comprobación se realizará de forma periódica.

Si en la comprobación apareciera un fallo, este deberá ser solucionado. Para la entrega del certificado, no es necesario tener presente las posibles ampliaciones o modificaciones futuras.



6.6. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

6.6.1. Transporte manual de cargas

Riesgos asociados al transporte manual de cargas:

- Caída a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Choques contra objetos móviles e inmóviles.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes con objetos o herramientas.
- Caída de los objetos que se están manipulando.
- Pisadas sobre objetos.

Medidas preventivas que se deben llevar a cabo a la hora de transportar manualmente las cargas:

- Evaluación inicial de la carga a transportar.
- Llevar la carga manteniéndose derecho.
- Aproximar la carga al cuerpo.
- El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo posible a la carga a levantar y por encima del centro de gravedad de la carga.
- Trabajar con los brazos extendidos hacia abajo y lo más tensos posible.
- Evitar las torsiones con cargas, se deberá girar todo el cuerpo mediante pequeños movimientos de los pies.
- Llevar la cabeza con el mentón ligeramente hacia adentro.
- Aprovechar el peso del cuerpo de forma efectiva para empujar los objetos o tirar de ellos.
- Si el transporte se realiza por varias personas, se situarán de forma adecuada para un correcto reparto de la carga. Los más bajos delante en el sentido de la marcha.
- Las operaciones en las que intervengan varios operarios serán planificadas antes de su inicio, designando un jefe de equipo.
- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas. Siendo los recorridos lo más cortos posibles.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 kg, la operación la realizarán dos operarios.

Los equipos de protección individual a utilizar en el transporte de cargas de forma manual deberán ser:

- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Ropa de trabajo adecuada para el mal tiempo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Cinturón de banda de cuero para las vértebras lumbares.



6.6.2. Izado manual de cargas

Riesgos asociados al izado manual de cargas:

- Caída a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de los objetos que se están manipulando.

Medidas preventivas que se deben llevar a cabo a la hora de llevar a cabo el izado manual de cargas:

- Apoyar los pies firmemente y separarlos a una distancia de 50 cm uno del otro.
- Doblar la cadera y las rodillas para coger la carga.
- Mantener la espalda recta y levantar la carga mediante el enderezamiento de las piernas.
- Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
- Poner en tensión los músculos del abdomen en los levantamientos, inspirando profundamente.
- Las operaciones en las que intervengan varios operarios serán planificadas antes de su inicio, designando un jefe de equipo.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 kg, la operación la realizarán dos operarios.

Los equipos de protección individual a utilizar en el izado de cargas de forma manual deberán ser:

- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Cinturón de banda de cuero para las vértebras lumbares.

6.6.3. Máquinas herramienta y máquinas manuales

Riesgos asociados al uso de máquinas herramienta y máquinas manuales:

- Caída a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Exposición al ruido.
- Golpes y cortes.

Medidas preventivas que se deben llevar a cabo a la hora de llevar a cabo el uso de máquinas herramienta y máquinas manuales:

- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.



- Los equipos de corte manual se utilizarán con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- El entorno de los equipos que desprendan llama deberá estar libre de obstáculos.
- En los intervalos de no utilización de los equipos que desprendan llama, ésta se dirigirá al espacio libre o hacia superficies que no puedan inflamarse.
- Se deberán mantener perfectamente las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres conductos de combustión, boquillas y dispositivos de disparo.
- Antes de utilizar cualquier tipo de máquina neumática, se deberá comprobar la purga de las condiciones de aire y verificar el estado de los tubos flexibles y manguitos.
- Los gatillos de las máquinas neumáticas deben estar colocados de tal manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Se comprobará periódicamente el estado de los conductores y el cable de protección para evitar electrocuciones en las máquinas herramienta manuales eléctricas.
- No se utilizará nunca herramienta portátil eléctrica que esté desprovista de enchufe, revisando periódicamente ese extremo para no conectar los cables desnudos a la toma de corriente.
- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo para evitar tropiezos.
- La desconexión de las máquinas portátiles eléctricas no se efectuará nunca mediante un tirón brusco del conductor, ya que se puede romper el enchufe.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada completamente.

Los equipos de protección individual a utilizar en el uso de máquinas herramienta y máquinas manuales deberán ser:

- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.
- Gafas de protección contra el impacto de partículas.
- Mascarilla de protección contra ambientes polvorientos.
- Tapones o cascos auditivos.
- Ropa de trabajo ceñida al cuerpo para evitar atrapamientos.



6.6.4. Izado mecánico de cargas

Riesgos asociados al izado mecánico de cargas:

- Sobreesfuerzos.
- Caída de los objetos que se están manipulando.
- Atrapamiento entre objetos.
- Golpes o cortes por objetos.

Medidas preventivas que se deben llevar a cabo a la hora de llevar a cabo el izado mecánico de cargas:

- Los accesorios mecánicos de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o desgaste.
- Los materiales deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales que se den en la zona de trabajo, especialmente en lo que respecta a corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- Los accesorios de elevación tales como cuerdas, cables, cadenas, ganchos, poleas, resistirán los esfuerzos a los que estén sometidos durante el funcionamiento o alza de las cargas. Cuando no se estén utilizando, se tendrán cuenta los agentes atmosféricos para que no se deterioren. Si no se van a utilizar en un determinado periodo de tiempo se recogerán y guardarán para un posterior uso con el fin de evitar accidentes por golpes o caída de estos elementos sobre las personas.
- El diseño y fabricación de los accesorios mecánicos serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

Los equipos de protección individual a utilizar en el izado mecánico de cargas:

- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.
- Utensilios marcados con la marca CE (Comunidad Europea) para garantizar la calidad de estos.

6.6.5. Transporte de cargas mediante carretilla elevadora

Riesgos asociados al transporte de cargas mediante carretilla elevadora:

- Caída a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Caída de los objetos que se están manipulando.
- Atrapamiento por vuelco de máquina.
- Atropellos.
- Golpes con objetos móviles e inmóviles.



Medidas preventivas que se deben llevar a cabo a la hora de llevar a cabo el transporte de cargas mediante carretilla elevadora:

- No circular con la carretilla elevadora a velocidades elevadas y tomar las curvas a baja velocidad.
- El vehículo solo será utilizado por personal capacitado.
- Queda prohibido expresamente llevar a personas sobre la carretilla.
- No permitir que nadie se sitúe al lado de la carga levantada para evitar atrapamientos.
- La carretilla no se utilizará como medio de elevación para las personas. Para ello se utilizan las escaleras y andamios.
- Se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como las de la señalización de la obra.
- El conductor mantendrá siempre todas las partes del cuerpo dentro de la cabina de la carretilla.
- Con la carretilla en movimiento no se subirán ni bajarán las cargas.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- Avisar con antelación de cualquier manobra que se vaya a realizar, como por ejemplo, cambio de dirección o parada. En caso necesario, se ayudará de personal de obra para indicarlo.

Los equipos de protección individual a utilizar en el transporte de cargas mediante carretilla elevadora:

- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.

6.6.6. Trabajos próximos a elementos en tensión

Riesgos asociados al realizar trabajos próximos a elementos en tensión:

- Contactos eléctricos indirectos.
- Contactos eléctricos directos.
- Electrocutaciones.
- Incendios.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

Medidas preventivas a la hora de llevar a cabo trabajos próximos a elementos en tensión:

- Bajo ningún concepto se tocarán los conductores eléctricos que estén desnudos.
- Los trabajos con riesgo eléctrico serán realizados por personal autorizado por el empresario, ya que tiene la capacidad suficiente de realizarlos de forma correcta.
- Todo trabajo en las proximidades de las líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe de trabajo.



- Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean de fácil acceso, se deberá delimitar la zona de trabajo mediante señales ópticas e informar a los trabajadores.
- Si en las proximidades donde se vaya a realizar el trabajo hay partes activas, se aislarán en todos los conductores, incluyendo el conductor de neutro.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias de seguridad para evitar que entren en contacto con partes que se encuentran en tensión.

Los equipos de protección individual a utilizar en la realización de trabajos próximos a elementos en tensión:

- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.
- Gafas de protección o pantallas de protección para el rostro contra arcos eléctricos.

6.6.7. Trabajos bajo tensión

Riesgos asociados al realizar trabajos bajo tensión:

- Contactos eléctricos indirectos.
- Contactos eléctricos directos.
- Electrocuciones.
- Incendios.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

Medidas preventivas a la hora de llevar a cabo trabajos bajo tensión:

- Nunca se tocarán los conductores eléctricos que estén desnudos.
- Las instalaciones eléctricas solo las manipulará personal cualificado.
- Si se observa alguna chispa o arco eléctrico, se deberá desconectar el sistema desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- La zona de trabajo será delimitada y señalada adecuadamente.
- Los materiales inflamables estarán lejos de las fuentes que puedan producir un arco eléctrico.
- Si las condiciones ambientales requieren la paralización del trabajo que se está realizando, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.
- No se colocarán los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.
- Si ocurre un incendio de origen eléctrico, éste no se apagará con agua, sino que se utilizarán extintores de anhídrido carbónico o de polvo.



Los equipos de protección individual a utilizar en la realización de trabajos bajo tensión:

- Guantes aislantes para alta y baja tensión.
- Botas de seguridad aislantes con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.
- Gafas de protección o pantallas de protección para el rostro contra arcos eléctricos.

6.6.8. Trabajos de soldadura

Riesgos asociados a la realización de trabajos de soldadura:

- Contactos eléctricos directos.
- Proyección de partículas.
- Contactos térmicos.
- Exposición a radiaciones.
- Incendios.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

Medidas preventivas a la hora de llevar a cabo trabajos de soldadura:

- Los cables de la máquina de soldar se revisarán frecuentemente, y en caso de estar deteriorados se repararán cuidadosamente.
- La pinza de las masas se encontrará siempre en buen estado para garantizar una buena masa.
- Los cables de conexión a la red y los de la masa deberán enrollarse antes de realizar cualquier transporte.
- En lugares húmedos donde se vaya a realizar una soldadura, el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.
- Cuando se esté realizando una soldadura, el cable de masa deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúe la soldadura.
- Las conexiones con la máquina deberán tener las protecciones necesarias y, como mínimo, fusibles automáticos y relés diferenciales de sensibilidad media, con una buena toma de tierra.
- Se colocarán extintores en las zonas en donde se realice la soldadura.
- La zona en donde se realice la soldadura estará delimitada y, en su interior, todo el personal deberá utilizar los equipos de protección necesarios.

Los equipos de protección individual a utilizar en la realización de trabajos de soldadura:

- Guantes o manoplas para realizar soldaduras.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.



- Pantallas para soldar.
- Chalecos, chaquetas y pantalones de cuero para soldadura.

6.6.9. Trabajos en alturas

Riesgos asociados a los trabajos en alturas:

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos que estén en manipulación.
- Golpes contra objetos o herramientas.

Medidas preventivas a la hora de llevar a cabo trabajos de altura:

- En todo momento se utilizarán medios auxiliares como andamios, escaleras, barandillas, plataformas o redes de seguridad, si no están presentes estos, el trabajador recurrirá a un arnés de seguridad amarrado con cuerda especial a algún punto fijo de la estructura.
- Los trabajadores deben conocer el funcionamiento del trabajo en las alturas y la seguridad que ellos conllevan.
- Estos trabajos no serán realizados por personal que pueda tener vértigo o se altere su sistema nervioso, así como, las personas que puedan sufrir ataques epilépticos.
- Las herramientas que se utilicen irán ubicadas en bolsas adecuadas para impedir su caída y así poder utilizar las dos manos en los desplazamientos.

Los equipos de protección individual a utilizar en la realización de trabajos de altura:

- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.
- Ropa adecuada para el mal tiempo.
- Arnés de seguridad.
- Bolsa para la ubicación de las herramientas.

6.6.10. Trabajos en escaleras

Riesgos asociados a los trabajos en escaleras:

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos que estén en manipulación.
- Golpes contra objetos o herramientas.

Medidas preventivas a la hora de llevar a cabo trabajos en escaleras:

- Asegurarse del buen estado de la escalera antes de su utilización.



- Las escaleras tendrán en su base de apoyo zapatas antideslizantes, y estas no se colocarán sobre suelos irregulares.
- No se utilizarán escaleras metálicas cuando el trabajo sean en instalaciones bajo tensión.
- El transporte de la escalera se hará con precaución, llevando la parte delantera baja para evitar choques con objetos.
- La escalera tendrá una longitud que sobrepase 1 metro por encima del punto o superficie a donde se pretenda llegar. Las escaleras manuales podrán alcanzar los 7 metros, pero si la altura a la que se pretende subir es mayor, se deberán utilizar escaleras especiales.
- No se juntarán bajo ningún concepto dos escaleras.
- Las escaleras de mano apoyadas sobre la pared, formarán un ángulo de 75° con la horizontal.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera con una cuerda por su parte superior. En caso de no estarlo, habrá una persona en la base de la escalera sujetándola.
- En los trabajos que se realicen a más de 3,5 metros de altura será obligatorio utilizar cinturón de seguridad.
- Se sujetarán las manos en los largueros y no en los peldaños.

Los equipos de protección individual a utilizar en la realización de trabajos en escalera:

- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.
- Ropa adecuada para el mal tiempo.
- Arnés de seguridad.
- Bolsa para la ubicación de las herramientas.

6.6.11. Trabajos en andamios

Riesgos asociados a los trabajos en andamios:

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos que estén en manipulación.
- Golpes contra objetos o herramientas.
- Golpes con objetos durante la operación de montaje y desmontaje de los andamios.

Medidas preventivas a la hora de llevar a cabo trabajos en andamios:

- Se montarán sobre pies hechos de madera o metálicos, suficientemente resistentes.
- Los elementos de unión de las diferentes piezas del andamio asegurarán perfectamente su función de enlace, con las debidas condiciones de fijeza



y permanencia, asegurando su estabilidad y condiciones de seguridad para los trabajadores.

- Queda terminantemente prohibido usar cajas, bidones u objetos parecidos como andamios provisionales.
- En la base de los andamios se colocarán cuñas para evitar deslizamientos y proteger contra golpes.
- Las plataformas sobre los andamios serán metálicas de 0,60 metros de anchura mínima con pasadores, o en su defecto serán de madera agarradas mediante mordazas o pasadores previstos.
- Las plataformas situadas a más de 2 metros de altura estarán provistas de una barandilla vertical de 90 centímetros.
- Para bajar o subir del andamio se utilizarán las escaleras del andamio o unas escaleras exteriores.
- El personal que trabaje en alturas superiores a 2 metros usará cinturón de seguridad, siendo examinado antes de su utilización.
- Se prohíbe lanzar herramientas, materiales y objetos de un andamio a otro.

Los equipos de protección individual a utilizar en la realización de trabajos en andamios:

- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.
- Ropa adecuada para el mal tiempo.
- Arnés de seguridad.
- Bolsa para la ubicación de las herramientas.

6.7. INSTALACIONES PROVISIONALES

6.7.1. Instalación provisional eléctrica

Para la realización de las obras del monasterio se procederá a realizar la instalación provisional eléctrica desde el punto de toma fijado por el propietario. La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección, dotado de contadores de energía activa y reactiva si así se requiere.

Después se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático y protecciones contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300mA de sensibilidad.

De este cuadro general saldrán los circuitos necesarios para suministrar a los cuadros secundarios, donde se conectarán las diferentes herramientas portátiles para la realización de las diferentes obras. Estos cuadros secundarios se colocarán de forma estratégica para disminuir lo máximo posible la longitud y el número de líneas. Las



tomas de corriente que se ubiquen en los cuadros secundarios llevarán conexión de puesta a tierra de forma obligatoria.

Riesgos asociados a las instalaciones provisionales eléctricas:

- Caídas al mismo nivel.
- Electrocuciones.
- Incendios.
- Pisadas sobre objetos.

Medidas preventivas a llevar a cabo a la hora de manipular instalaciones eléctricas provisionales:

- Los cuadros solo serán manipulados por el personal cualificado.
- Antes de manipular los cuadros se comprobará la ausencia de tensión en los mismos.
- Los conductores que vayan por el suelo no serán pisados ni se colocarán objetos sobre ellos. En las zonas de paso, los conductores deberán estar protegidos.
- Si la conexión entre el cuadro general y el secundario se hace de forma aérea, éste se tensará con piezas especiales a una altura mínima de 2 metros en zonas peatonales y a 5 metros en zonas de paso de vehículos.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el del suministro provisional de agua.
- Los empalmes entre mangueras se realizarán mediante conexiones normalizadas o bornas.
- En los cuadros eléctricos que sean metálicos, la carcasa será conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Los cuadros eléctricos provisionales se colgarán sobre tableros de madera de forma vertical.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- La toma a tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro. Dicha pica estará protegida en el interior de una arqueta practicable.
- Existirá una señalización clara y sencilla, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos.
- Si se observan mangueras deterioradas se procederá a su sustitución por parte del personal cualificado.

Los equipos de protección individual a utilizar en la realización de trabajos en andamios:

- Guantes de trabajo.
- Guantes aislantes.



- Botas de seguridad aislantes con suela antideslizante y punta de acero reforzada.
- Casco de seguridad para la protección contra golpes e impactos.

6.7.2. Instalación de prevención de incendios

Los medios para la extinción de incendios serán extintores portátiles de polvo químico ABC. Las causas de incendio pueden ser por la existencia de una fuente de ignición, estar próximo a una sustancia combustible u otras.

Se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica, así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados a lo largo de la obra.

Estas medidas se toman para que el personal extinga el fuego en la fase inicial si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales serán avisados inmediatamente.

6.8. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

6.8.1. Introducción

Como instalaciones de higiene y bienestar se dispondrá de tres locales prefabricados de obra para su utilización como vestuarios y aseos por parte de los trabajadores. Estos se ubicarán en el exterior del monasterio, en la propiedad de la de la orden. Estos se tendrán que mantener limpios y bien conservados por parte de los trabajadores. Los suelos y paredes de estos locales serán continuos, lisos e impermeables y estarán fabricados con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia que se crea necesaria.

6.8.2. Dotación de vestuarios

Se utilizarán como vestuarios los tres módulos prefabricados de obra. Cada uno de ellos albergará a 10 trabajadores. Por cada 10 trabajadores el módulo estará equipado con:

- Una taquilla metálica por cada trabajador para guardar la ropa de trabajo.
- Bancos de madera.
- 2m² de espacio por cada trabajador.
- Espejos.



6.8.3. Dotación de aseos

Cada uno de los tres módulos prefabricados de obra estará equipado con los siguientes elementos:

- Una ducha con agua corriente fría y caliente.
- Un lavabo con espejo y grifo con agua caliente y fría.
- Jaboneras para el aseo de los trabajadores.
- Un inodoro con carga y descarga automática de agua, con papel higiénico.

6.9. MEDICINA PREVENTIVA Y PLANES DE EMERGENCIA

6.9.1. Reconocimiento médico

Todos los trabajadores deberán pasar un reconocimiento médico con carácter anual. También, el personal que sea contratado de forma eventual, antes de su entrada en la obra, tendrá que haber pasado el correspondiente reconocimiento médico.

Los trabajadores que vayan a realizar tareas que conlleven un riesgo especial, como, por ejemplo, los trabajos en altura, deberán pasar un reconocimiento específico que les habilite para realizar esas tareas.

El resultado de estos reconocimientos médicos será clasificado de la siguiente manera:

- Apto para todo el trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

6.9.2. Asistencia de accidentados

Se deberá tener un botiquín de primeros auxilios y tendrá las siguientes características:

- El botiquín quedará ubicado en uno de los módulos prefabricados comentados en el apartado anterior.¹ El encargado de éste será una persona capacitada en primeros auxilios y designada por la empresa.
- En su interior habrá agua oxigenada, alcohol de 96°, yodo, cristalmina, gasas estériles, tiritas, algodón hidrófilo estéril, esparadrapo, torniquetes antihemorrágicos, guantes esterilizados, bolsa para agua o hielo, analgésicos, apósitos autoadhesivos, tónicos cardíacos de urgencia y antiespasmódicos.
- El material empleado se repondrá en el menor tiempo posible por el encargado de este botiquín de primeros auxilios. También, una vez al

¹ Cf. 8. Instalaciones de higiene y bienestar



mes, se hará revisión general del botiquín de primeros auxilios desechando los elementos que se encuentren caducados o en mal estado.

Cerca de la aldea de Vergalijo se encuentran los siguientes centros de asistencia de caso de accidente:

- Cárcar: consultorio médico, paseo de Don Paulino Ruiz, 1. 31579 Cárcar. Teléfono: 948 690343. Distancia 28,3 km.
- Sesma: consultorio médico, calle de la Plaza de Don Juan Redín, 0. 31293 Sesma. Teléfono: 948 698106. Distancia 37,5 km.
- Estella: hospital García Orcoyen, calle Santa Soria 22. 31200 Estella. Teléfono: 848 435000. Distancia: 34,2 km.
- Pamplona: complejo hospitalario de Navarra, calle Irunlarrea 3 y 4. 31008 Pamplona. Teléfono 848 422222. Distancia: 52 km.

6.9.2. Formación sobre seguridad

El Plan de Seguridad se especificará en el Programa de Formación que se da a los trabajadores antes de empezar a trabajar en la empresa con el fin de que estos los conozcan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La explicación y formación los trabajadores se realizarán por parte de un técnico de seguridad. El empresario también deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.

Pamplona, septiembre de 2014
Claudio José Vives Galarza



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UN MONASTERIO
CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

Claudio José Vives Galarza

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, septiembre de 2014



ÍNDICE:

7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS	2
7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS	3
7.2.1 Empresas de las que se han escogido los productos	3
7.2.2 Otras direcciones WEB de interés	4



7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS

Para la realización de este proyecto se han debido de consultar, los reglamentos, normativas y libros que a continuación se exponen:

- Reglamento Electrónico de Baja Tensión (R.D.842/2002, de 2 agosto 2002)
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Colección de Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de energía Eléctrica.
- Normas Tecnológicas de la edificación. Código Técnico de la Edificación.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “ Iberdrola distribución eléctrica”
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para C.T. conectados a redes de tercera categoría (UNESA)
- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernández. Ed. McGraw-Hill.
- LUMINOTECNIA enciclopedia CEAC de electricidad, cuyo autor es D. José Ramírez Vázquez.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales. Fernando Martínez Domínguez. Ed. Paraninfo.



- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. José García Trasanco. Ed. Paraninfo.
- Técnicas y procesos en las instalaciones eléctricas de media y baja tensión. José Luis Sanz Serrano, José Carlos Toledano Gasca, Enrique Iglesias Álvarez. Ed. Paraninfo.
- Desarrollo de instalaciones electrotécnicas en los edificios. Jesús Trashorras Montecelos. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en baja tensión. Narciso Moreno Alfonso. Ed. Thomson.
- Manual Práctico de Iluminación. Franco Martín. AMV Ediciones.
- Instalaciones eléctricas de baja tensión comerciales e industriales. Ángel Lagunas Marqués. Ed. Paraninfo.
- Libro de DIBUJO ELÉCTRICO, de Esquemas de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión de José Javier Crespo Ganuza e Iñaki Ustarroz Irizar.
- Catálogos Aparamenta de BT de MERLIN GERIN: Interruptores automáticos, diferenciales, contactores y bases de corriente.
- Catálogo de lámparas y luminarias PHILIPS.

7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS

7.2.1 Empresas de las que se han escogido los productos

Las direcciones de las páginas Web de los distintos fabricantes de los que se han escogido los distintos elementos para realizar el presente proyecto son las siguientes:

- **PRYSMIAN:** Cables eléctricos desde Muy Alta Tensión hasta Muy Baja Tensión para aplicaciones terrestres, aéreas y submarinas.

<http://www.es.prysmian.com/>

- **PHILIPS:** Todo tipo de lámparas y luminarias para cualquier determinado local.

<http://www.lighting.philips.com/>

- **VOLTIUM:** Catálogo multimarca del sector eléctrico, con información sobre las normativas y reglamentos del mundo de la instalación



<http://www.voltium.es/>

- **LEGRAND:** Lámparas y luminarias de emergencia y señalización. Tomas de corriente. Caja para tomas de corriente. Placa de montaje para tomas de corriente...

<http://www.legrand.es/>

- **BJC:** Bases de enchufe, interruptores, conmutadores...

<http://www.bjc.es/>

- **PEMSA:** Sistemas de bandejas metálicas para cables.

<http://www.pemsa-rejiband.com/>

- **MERLIN GERIN:** Todo tipo de productos y sistemas de distribución eléctrica. Celas del centro de transformación, interruptores automáticos, magnetotérmicos, interruptores automáticos diferenciales, transformadores de potencia...

<http://www.schneiderelectric.es/>

<http://www.merlingerin.es/>

- **ORMAZABAL:** Edificio prefabricado para el centro de transformación y Centro de Transformación.

<http://www.ormazabal.com/>

7.2.2 Otras direcciones WEB de interés

- **UNESA:** Asociación de la Industria Española.

<http://www.unesa.es/>

- **IBERDROLA:** Genera, distribuye y comercializa electricidad y gas natural.

<http://www.iberdrola.es/>

7.2.3 Otras páginas de interés

<http://www.soloingenieria.net/>

<http://www.soloarquitectura.com/>



<http://foros.emagister.com/>

<http://www.todoexpertos.com/>

Pamplona, abril 2012

Iñigo Salón Pedroarena